

**幼児期における体格・運動能力の
発育・発達評価に関する研究**

2016

**兵庫教育大学大学院
連合学校教育学研究科**

田中 光

〈 目 次 〉

1 章：序 論

1. 研究の背景と研究目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5
2. 研究構成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6

2 章：幼児の体格・運動能力の実態調査

1. 本章の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9
2. 方 法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9
 - 1) 対 象
 - 2) 形態測定
 - 3) 運動能力テスト
3. 結 果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
 - 1) 幼児の体格について
 - 2) 幼児の運動能力について

3 章：多項式を適用した幼児における体格・運動能力の加齢変化の検証

1. 本章の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
2. 方 法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
 - 1) 多項式の導出方法
 - 2) 多項式の次数決定について
 - 3) 幼児期の体格と運動能力の加齢変化に対する多項式の適用
3. 結 果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17
 - 1) 多項式による男児の体格の加齢変化
 - 2) 多項式による女児の体格の加齢変化
 - 3) 多項式による男児の運動能力の加齢変化
 - 4) 多項式による女児の運動能力の加齢変化
4. 考 察・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18
5. 結 論・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19

4 章：幼児の体格・運動能力の発育・発達における性差の比較

1. 本章の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
2. 方 法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
 - 1) 対 象
 - 2) 形態測定
 - 3) 運動能力テスト
 - 4) 統計解析
3. 結 果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
 - 1) 幼児の体格について
 - 2) 幼児の運動能力について

4. 考 察	32
5. 結 論	34
5 章：幼児の運動能力発達評価の妥当性 -平均-最小二乗法による解析-	
1. 本章の目的	40
2. 方 法	40
1) 平均-最小二乗法による解析手法	
2) 最小二乗近似多項式の次数の決定	
3. 平均-最小二乗法による多項式回帰評価の作成	41
1) 平均-最小二乗法による多項式回帰評価	
2) 運動能力の加齢変化に対する多項式回帰評価の作成	
4. 考 察	42
5. 結 論	43
6 章：幼児期における運動能力，身体活動量，骨密度の関連性	
1. 本章の目的	55
2. 方 法	55
1)対 象	
2)運動能力テスト	
3)身体活動量測定	
4)骨密度測定	
5)統計処理	
3. 結 果	56
1)身体的特徴	
2)身体活動量（歩数・運動量・総消費量）	
3)運動能力テスト結果	
4)骨密度測定	
5)運動能力と身体活動量（歩数・運動量）の関連性	
6)運動能力と骨密度の関連性	
7)骨密度と身体活動量（歩数・運動量）の関連性	
4. 考 察	57
5. 結 論	58
7 章：幼児の運動能力向上に関する提言	
1. 「幼児期運動指針」の確認	64
1) 体力・運動能力の向上	
2) 健康的な体の育成	
3) 意欲的な心の育成	
4) 社会適応力の発達	
5) 認知的能力の発達	

2. 各年齢帯における幼児期の運動の在り方	64
1) 3 歳から 4 歳ごろ	
2) 4 歳から 5 歳ごろ	
3) 5 歳から 6 歳ごろ	
3. 幼児の運動能力向上への提言	65
文 献	68
付 録：子どもを対象とする運動指導の実践	75
1. ティーチャーヒカルプログラム (THP プログラム)	75
2. すこやかキッズスポーツ塾の活動	76
謝 辞	81

1 章

序 論

1 章：序 論

1. 研究の背景と研究目的

昨今、子どもの運動不足に伴い体力低下が問題となっている(脇田, 1996: 杉原, 1999: 西嶋, 2002: 文部科学省スポーツ青少年局, 2010: 文部科学省スポーツ青少年局, 2011: 文部科学省スポーツ青少年局, 2012)。文部科学省「体力・運動能力調査報告書」によると、青少年の体力は、1980 年代前半まで著しい記録の向上が見られ、1985 年頃から低下傾向を示していたが、2012 年度の報告によると「走・跳・投」という基礎的な運動能力については停滞傾向が見られ、下げ止まりが確認されている(文部科学省スポーツ青少年局, 2012)。体力水準が高かった 1985 年頃と比較すると、ここ数年下げ止まり傾向にあるものの、依然低い水準である。また、2002 年度の学校完全週 5 日制導入以降、身体活動の活発な子どもとそうでない子どもとの二極化が進み、体力水準の低い者の割合が多くなっていることから、特に体力・運動能力テストにおける下位群の子どもの運動不足、運動離れの現象が問題視されている(文部科学省, 2011)。

このような状況を受け、文部科学省は 2004 年度から 2006 年度までの 3 年間、小学校を対象とした「子どもの体力向上実践事業」を実施した結果から、子どもの体力向上プログラムは低学年ほどその効果が大きく、幼児期からの体力向上プログラムの必要性を報告している(文部科学省, 2011)。さらに春日(2009)は、体力低下傾向は幼児期からすでに存在し、就学前の幼児期から体力向上の取り組みを行うことの重要性を報告している。これらの報告を受け、文部科学省は翌年の 2007 年度から 2009 年度までの 3 年間、幼児の体力向上実践事業「体力向上の基礎を培うための幼児期における実践事業の在り方に関する調査研究」として、全国 21 地区で幼児の体力の現状を調査した後、県の教育委員会・市の教育委員会・幼稚園及び大学の研究機関をもとにプロジェクトチームを編成させ、全国規模での幼児の体力に関する現状把握とその対策に乗り出した(文部科学省, 2011)。

幼児期の体力・運動能力テストの項目は、筋持久力(体支持持続時間、懸垂持続時間、けんけん跳び)、筋力(握力、背筋力、脚筋力)、速度(20m 走, 25m 走)、敏捷性(両足連続跳び越し、シグナルランテスト, 5 m 往復走)、平衡性(平均台歩き、開眼及び閉眼片足立ち、棒上片足立)、協応性(縄跳び、テニスまたはソフトボール投げ、球投げ、捕球、まりつき)、柔軟性(長座体前屈、伏臥上体起こし)、瞬発力(立ち幅跳び、垂直跳び)等が実施されている(近藤ほか, 1987a: 杉原ほか, 2004a)。このうち、近藤ら(1987b)は 1965 年に、25m 走、立ち幅跳び、ソフトボール投げ、体支持持続時間、両足連続跳び越しの 5 種目で、5 段階の評価基準を作成している。また、体育科学センターは、調整力テストとして、跳び越しくぐり、反復横跳び、ジグザグ走、棒反応時間の 4 種目で得点基準を作成しているが、幼児期の体力や運動能力を正確に測定し全国レベルで評価する方法が確立されているとは思われない(体力科学センター調整力委員会, 1976)。近藤ら(1987b)は 1986 年に全国的な測定を実施し、運動能力の現状(杉原ほか, 1987b), 1973 年の結果との比較及び基準表(杉原ほか, 1987a), 杉原らが各種目

の分布と幼稚園・保育所の比較(杉原ほか, 1987b), 園環境との関係(杉原ほか, 2004b)を報告している。しかしこれらの報告は, 体格を含めた体力・運動能力発達の評価を客観的に検証したとは考えられない。幼児の運動能力発達を客観的に検証した報告は比較的少ないが, そのような中で藤井らはウェーブレット補間法によって幼児の運動能力発達を経年的に解析し, 運動能力の局所的極大速度 (LPV: local peak velocity) を検出して発達速度を経年的に早めていることを示した(藤井ほか, 2006b)。このことは, 特に幼児期における運動能力の低下が明確でないことの根拠とされる。

そこで本研究では, それぞれの章ごとに研究目的を定め, 幼児の体格と運動能力の実態を把握し, 体格と運動能力の加齢変化や性差を明らかにした上で, 幼児期の加齢に伴う運動能力発達評価に関する提案とその妥当性を探ることとした。また, 運動能力, 身体活動量と骨密度との関連を検討した上で最後に運動能力の向上に対する提言を行う。

2. 研究構成

1 章: 序 論

幼児の体格と運動能力の実態を把握し, 体格と運動能力の加齢変化や性差を明らかにした上で, 幼児期の加齢に伴う運動能力発達評価に関する提案とその妥当性を明らかにすることを研究目的とし, 最後に運動能力の向上に対する提言を行う。

2 章: 幼児の体格・運動能力の実態調査

3 歳から 6 歳までの全国的な規模の幼児 3,533 名を対象に身体測定と運動能力テスト 6 種目(25m 走, 立ち幅跳び, ボール投げ, 両足連続跳び越し, 体支持持続時間, 捕球)を実施し, 対象幼児の体格・運動能力の実態を把握する。

3 章: 多項式を適用した幼児における体格・運動能力の加齢変化の検証

運動能力テスト 6 種目に対して 6 次の多項式を適用して解析する。さらに, 運動能力の発達現量値曲線の挙動から微分された 5 次の多項式である速度曲線の挙動を解析し, 幼児の運動能力の発達パターンを明らかにする。

4 章: 幼児の体格・運動能力の発育・発達における性差の比較

幼児の体格・運動能力の実態から発育・発達における性差を比較して検討する。基本的運動とされる「走・跳・投」に関する能力については, 小学生以上では性差が明確であると報告されている。本研究の幼児の実態調査でも, 体格・運動能力の発育・発達における性差が明確となった。このような全国的な規模でのデータから, 体格及び運動能力の発達パターンとその性差を明らかにできたことは, 幼児期の身体的発育発達研究に関する基礎的研究であり, 重要な知見と考える。

5 章: 幼児の運動能力発達評価の妥当性 –平均–最小二乗法による解析–

藤井ら（2012 年，日本生理人類学会）による最小二乗近似多項式を幼児の平均運動能力発達現量値に対して適用し，その加齢変化を検討する。さらに，各年齢帯の標準偏差に対して最小二乗近似多項式を適用して回帰多項式評価チャートを構築し，男児，女児の運動能力発達評価の妥当性を検討する。これまでの年齢ごとの評価チャートや各運動能力をそれぞれ得点化し，その総合得点を評価していた評価法では，他の年齢帯における評価と比較することはできなかったが，本章で構築した評価チャートでは幼児期における年齢が異なっているにもかかわらず，同時に比較しながら評価が可能となることから，幼児の運動能力発達評価として，従来の評価法に比べてより妥当性が高いと考えられる。

6 章：幼児期における運動能力，身体活動量，骨密度の関連性

運動能力，身体活動量，骨密度の関連性について検討する。幼児期の運動能力及び身体活動量と骨格形成（骨密度）の関連から，運動能力の向上は，幼児期の早い段階から走る，跳ぶ，投げる，つかむといった様々な運動形態の獲得に繋がる「運動あそびの実践」が有効であると考えられる。また，運動能力上位群の骨密度は全般的に高値を示し，特に男児の運動能力の上位群は下位群と比べて有意に高値であることが明らかになった。このことは，幼児期における身体活動量が，運動能力の向上だけでなく骨格形成（骨密度）に影響を及ぼす可能性を示唆するものであり，幼児期からの適切な運動習慣が，一生涯を通して健康で過ごすことに関係すると考えられる。

7 章：幼児の運動能力向上に関する提言

「幼児期運動指針（文部科学省：幼児期運動指針策定委員会）」を考慮した運動能力の発達に応じた運動プログラムの重要性について述べ，幼児期の運動能力向上への提言を行う。

2 章

幼児の体格・運動能力の実態調査

2 章：幼児の体格・運動能力の実態調査

1. 本章の目的

本章では、3 歳から 6 歳までの全国的な規模の幼児 3,533 名を対象に身体測定と運動能力テスト 6 種目(25m 走, 立ち幅跳び, ボール投げ, 両足連続跳び越し, 体支持持続時間, 捕球)を実施し, 対象幼児の体格・運動能力の実態を把握することを目的とした。

2. 方 法

1) 対 象

被験者は、3 府県下の幼稚園に在籍する幼稚園園児 3,533 名（男児 1,819 名, 女児 1,714 名）である。県及び市教育委員会, 保育士・幼稚園教諭には事前に調査内容を説明し, 了承を得た。その上で, 被験者の保護者に対して調査内容を文書で知らせ, 同意を得た。被験者は急性及び慢性の疾患を患っている者はいなかった。

2) 形態測定

形態は, 身長, 体重を測定した。

3) 運動能力テスト

運動能力テストは, 東京教育大学「現在の筑波大学」体育心理学研究室作成の運動能力検査の改訂版(2004)を用いて, 25m 走, 立ち幅跳び, ボール投げ, 両足連続跳び越し, 体支持持続時間, 捕球の 6 種目を実施した。この方法は日本国では 40 年以上実施されており, 十分保障できる測定方法である。

(1) 25m 走

25m 走は, 30m の直線路を作り, スタートから 30m の所に教員を立たせそのまま走り切るよう指示し, 旗の合図から 25m ラインを通過するまでの時間を 1/10 秒単位で一回測定した。

(2) 立ち幅跳び

立ち幅跳びは, 屋内の床に, 幅 2cm 長さ 1m の踏み切り線（ビニールテープ）を引き, その線に垂直にメジャーを張った。踏み切り線を踏まないようにして, 両足同時にできるだけ遠くに飛ばせた。記録は, 踏み切り線から着地した地点を cm 単位で 2 回測定し, 良い方を記録した。

(3) ボール投げ

ボール投げは, 硬式テニスボールを使用し, 制限ラインを踏まず, 助走なしの利き手でオーバースローし, できるだけ遠くへ投げさせた。ボールの落下地点を確かめ制限ラインからの垂直距離を 50cm 単位で測定し, 50cm 未満は切り捨て

た。2 回投げさせ、良い方を記録とした。なお、ボールが 6m の幅から外れた場合はやり直しをさせた。

(4) 両足連続跳び越し

両足連続跳び越しは、4m50cm の間に等間隔に並べた高さ 5cm、長さ 10cm の積み木 10 個を、両足をそろえた状態で跳ばせた。両足が積み木の幅以上離れる、2 個以上跳び越す、上に乗ったり蹴飛ばしたりして散乱させた場合は失敗したことを示範し再度試技させた。記録は 1/10 秒単位で測定した。

(5) 体支持持続時間

体支持持続時間は、両腕を伸ばしながら足を床から離し、身体が台や床に触れるまで体重を支え続ける時間を測定した。手を支える台は、内側にテープを張り親指が縁にかからないようにするよう示範し、スタートから失敗するまでの秒単位で測定した。試技は、最高 180 秒までとした。

(6) 捕球

捕球は、3m 離して 2 本の線を引き、片方に園児を、もう片方に測定者を立たせた。高さ 170cm の紐を超えるボールを 10 回投げて捕球させ、何回捕球できるかを測定した。

3. 結 果

1) 幼児の体格について

表 1 は、対象の男児、女児の身長、体重の平均 (mean) とその標準偏差 (SD) を示した。身長、体重とも男児、女児とも加齢とともに高い値を示した。

2) 幼児の運動能力について

表 2 は、対象の男児、女児の 6 種目の運動能力テストの結果を示した。

(1) 25m 走は、男児、女児とも加齢とともに低い値 (速いタイム) を示した。4 歳前半を除き、男児が女児に比べて低い値 (速いタイム) を示した。

(2) 立ち幅跳びは、男児、女児とも加齢とともに高い値 (遠い距離) を示した。すべての年齢において男児が女児に比べて高い値 (遠い距離) を示した。

(3) ボール投げは、男児、女児とも加齢とともに高い値 (遠い距離) を示した。測定不可の 3 歳前半を省いて、全ての年齢において男児が女児に比べて高い値 (遠い距離) を示し、加齢とともに明らかに男児の能力の方が顕著に高かった。

(4) 両足連続跳び越しは、男児、女児とも加齢とともに低い値 (速いタイム) を示した。4 歳前半、4 歳後半を除き男児が女児に比べて低い値 (速いタイム) を示した。

(5) 体支持持続時間は、男児、女児とも加齢とともに高い値（長い時間）を示した。6歳後半を除き女児が男児に比べて高い値（長い時間）を示した。

(6) 捕球は、男児、女児とも加齢とともに高い値（多い回数）を示した。女児測定不可の3歳前半を省く、4歳前半、6歳後半を除いて男児が女児に比べて高い値（多い回数）を示した。

表 1 男児，女児の体格

男児 (boy)			女児 (girl)		
年齢	人数		身長(cm)	体重(kg)	
3.25	8	mean	94.49	13.69	3.25
		SD	2.41	0.85	
3.75	41	mean	98.46	15.13	3.75
		SD	4.21	1.59	
4.25	104	mean	102.60	16.50	4.25
		SD	4.62	2.42	
4.75	312	mean	104.83	16.86	4.75
		SD	4.26	1.98	
5.25	390	mean	107.75	17.81	5.25
		SD	4.20	2.37	
5.75	448	mean	110.99	19.02	5.75
		SD	4.34	3.10	
6.25	445	mean	114.27	20.16	6.25
		SD	4.55	2.98	
6.75	71	mean	115.14	20.34	6.75
		SD	4.09	5.85	

表 2 男児，女児の運動能力テスト結果

男児 (boy)		25m走(sec)		立ち幅跳び(cm)		ボール投げ(m)		両足連続跳び越し(times)		体支持持続時間(sec)		捕手(times)	
Age	n	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
3.25	8	9.83	2.01	44.67	14.72	-	-	8.62	2.23	7.00	2.65	2.50	0.71
3.75	41	9.07	1.50	64.11	24.65	2.70	1.24	8.29	2.98	9.57	7.98	2.10	2.38
4.25	104	8.00	0.99	74.48	19.98	3.93	1.88	7.16	1.87	15.42	15.26	3.18	2.50
4.75	312	7.49	0.85	82.19	19.80	5.05	1.88	6.47	1.71	17.88	15.76	4.66	2.62
5.25	390	7.00	0.65	93.14	17.65	6.59	2.53	5.83	1.40	25.15	20.07	5.89	2.69
5.75	448	6.56	0.59	101.79	17.64	7.69	2.89	5.31	0.99	37.15	25.51	7.05	2.56
6.25	445	6.25	0.50	110.98	17.35	9.39	3.39	5.01	0.83	46.02	33.24	8.33	1.89
6.75	71	6.18	0.50	112.51	15.70	9.66	3.07	4.86	0.81	63.85	45.91	8.51	1.82

女児 (girl)		25m走(sec)		立ち幅跳び(cm)		ボール投げ(m)		両足連続跳び越し(times)		体支持持続時間(sec)		捕手(times)	
Age	n	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
3.25	4	10.35	2.01	42.00	19.74	-	-	8.72	2.55	13.67	16.07	-	-
3.75	41	9.14	1.54	61.18	17.72	2.21	0.97	8.37	2.67	13.00	10.29	1.96	1.91
4.25	94	7.98	0.83	73.20	17.51	3.07	0.85	6.99	1.72	18.76	12.74	3.35	2.69
4.75	328	7.71	0.80	78.63	16.92	3.91	1.15	6.37	1.44	21.45	19.14	4.24	2.66
5.25	376	7.22	0.64	84.04	15.53	4.48	1.41	5.90	1.07	27.83	23.52	5.63	2.70
5.75	409	6.73	0.59	94.25	15.89	5.47	1.65	5.32	0.83	39.51	27.86	6.68	2.60
6.25	406	6.53	0.63	101.07	15.78	6.23	1.73	5.13	0.72	47.01	30.83	7.78	2.10
6.75	56	6.45	0.59	98.95	16.40	6.76	1.86	5.16	1.01	62.59	36.56	8.77	1.45

3 章

多項式を適用した

幼児における体格・運動能力の加齢変化の検証

3 章：多項式を適用した幼児における体格・運動能力の加齢変化の検証

1. 本章の目的

日本国では幼児における体格・運動能力の発育発達に関する報告は、青柳（青柳ほか，1982）・稚丸（稚丸ほか，2002：2003）・藤井（藤井ほか，2002：2005：2006a：2006b：2008）が実態調査も含め多く報告されてきた経緯がある。しかし，幼児に関しては特に身体的発育発達に関する研究が少ない。つまり，幼児期は第一次成長期による余波を受けているので，発育速度の急激な減少にも個人差があり，その余波を受けながら児童期，思春期へと移行するプロセスを取る（藤井，2006b）。そのプロセスを月例単位で詳細に検討しようとするれば，少なくとも歴年齢による生年月日と縦断的，横断的を問わず歴年齢に対応する時系列情報が不可欠となる。

日本国における幼児の身体的発育・発達に関する研究への取り組みは成されてきたが，歴史的に成果が充実しているとはいえない。特に，体格・運動能力の発育・発達に関する研究は，1970 年頃からは比較的多く報告されているが（松田ほか，1965：松浦ほか，1977：岸本ほか，1978：中村ほか，1979），発育・発達現量値をプロットして解析したものがほとんどで，プロットだけでは分析が進んだとはいえないであろう。つまり発育・発達の変化率を解析しない限り，現象を検証することは不可能である。さらに，上述したように，幼児期における運動能力の測定方法が確立されていないことも一因である。このようなことから，近年における幼児の身体的発育・発達の研究が発展しにくい理由ともいえよう。

そこで，藤井ら（2006a：2006b：2012b）はこのような点を克服する意味から，ウェーブレット補間法を幼児期の発育・発達プロセスに適用して，そのプロセスの記述から，従来の研究ではほとんど導かれなかった生物学的パラメーターを導くことにより，その発育・発達を検討しようとした。その知見は，運動能力の局所的極大速度（LPV：local peak velocity）の挙動が発達速度を経年的に早めている証左を示した。このことは幼児期における運動能力の低下が明確でないことの根拠とされる。つまり，成熟が早ければ運動能力は当然高くなるが，成熟が早まることにより，運動能力の内的向上と外的低下現象が相殺されることになる。この相殺現象が幼児の運動能力の低下傾向を曖昧にしていると説明した。このように，発育発達プロセスが客観的手法によって記述できるから従来にない知見が導かれたと考えられよう。

したがって，本章では，幼児の 3 歳から 6 歳までの運動能力に対して 6 次の多項式を適用して解析することとした。そして，運動能力の発達現量値曲線の挙動から微分された 5 次の多項式である速度曲線の挙動を解析し，幼児の運動能力の発達パターンを検討することを研究目的とした。

2. 方 法

1) 多項式の導出方法

現在， x 軸上にある n 個の標本点 x_1, x_2, \dots, x_n が与えられているとす

る。 x_1, x_2, \dots, x_n は相異なる点であることはいうまでもない。このとき、これらの標本点を繋いだある $g(x)$ という関数を想定すれば、その $g(x)$ に一致するような $n-1$ 次の多項式 $f(x)$ を1つ定めることができる。

まず、多項式の一般式を以下に示すと、以下となる。

(1-1)

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_{n-1}x^{n-1}$$

また、(1-1)式は(1-2)式のように表される。

(1-2)

$$f(x) = \sum_{i=0}^{n-1} a_i x^i$$

上式のようになり、この式を実際に与えられた年齢時の体格・運動能力値データに適用する。上式によって導かれた曲線は現量値曲線として扱われる。そして、上式を微分することにより得られた曲線または直線は速度曲線となる。(1-2)式を微分すると以下ようになる。

(1-3)

$$f'(x) = \sum_{i=0}^{n-1} i a_i x^{(i-1)}$$

(1-2)(1-3) の両式を使って幼児期の 3 年間における縦断的な体格と運動能力の発育・発達の記述を試みる。

2) 多項式の次数決定について

今回の多項式を適用した検討の中で、3歳前半は非常にN数が少なかったため、分析からは省くこととした。そうすると3歳後半、4歳前半、後半、5歳前半、後半、6歳前半、後半の7点であり、通常これら7点に多項式を適用させる場合、観測データ点を必ず通過するように補間として構成するならば6次多項式を適用することが妥当である。解析では6次曲線の様子から各形質の挙動を判断する場合、微分である1次導関数の挙動を検討する必要がある。そこで、それぞれの測定点を通過するような6次多項式を構成し、その1次導関数を導く。6次多項式の場合、1次導関数は5次関数、つまり5次多項式を構成するので、その速度曲線としての曲線の挙動を解析する。

3) 幼児期の体格と運動能力の加齢変化に対する多項式の適用

幼児の3歳後半から6歳後半までにおいて、算出された体格・各運動能力のそれぞれの年齢における平均値に対して6次の多項式を適用する。平均値に対して適用するために年齢軸を調整する必要がある。例えば各年齢帯の平均を取ると、3歳後半は3.75歳に収束するため、それぞれの年齢軸は次のように設定される。

・・・>3 歳後半：3.75 歳・・・>4 歳前半：4.25 歳・・・>4 歳後半：4.75 歳・・・
 >5 歳前半：5.25 歳・・・>5 歳後半：5.75 歳・・・>6 歳前半：6.25 歳・・・
 >6 歳後半：6.75 歳

①測定データ $\{(t_i, y_i): i=1,2,3,4\}$ を得る。ここでは、 t_i は年齢、 y_i は体格と運動能力の現量値とする。年齢は幼児の 3.75 歳から 6.75 歳までの年齢軸(横軸)に適用させることにする。

②7 つの未知数を持つ連立 1 次方程式を構成する。

$$(2-1) \quad y(t) = a_6 t^6 + a_5 t^5 + \dots + a_2 t^2 + a_1 t + a_0$$

③上式に実際の観測データに対応する体格，運動能力の現量値： (y_1, y_2, y_3) を代入して方程式を解く。

④求められた係数 a_6, a_5, \dots, a_0 を(2-1)式に代入して，適当な年齢間隔(1 年間隔)で計算し，コンピューターシミュレートする。

⑤発育速度曲線を導くために，(2-1)式を微分すると以下の式になる。

$$(2-2) \quad y'(t) = 6a_6 t^5 + 5a_5 t^4 + \dots + 2a_2 t + a_1$$

⑥同じようにして，(2-2)式に求められた係数 a_1, a_2 を代入して④と同様にコンピューターシミュレートする。

以上多項式の適用方法にしたがって実際のデータに対して多項式を当てはめてみる。まず，男児の立ち幅跳びの平均値データを示す。

男児における横断的な立ち幅跳びの平均記録は以下となった。

3 歳後半：3.75 歳	64.11cm
4 歳前半：4.25 歳	74.48cm
4 歳後半：4.75 歳	82.19cm
5 歳前半：5.25 歳	93.14cm
5 歳後半：5.75 歳	101.79cm
6 歳前半：6.25 歳	110.98cm
6 歳後半：6.75 歳	112.51cm

以上のデータに対して，6 次多項式を適用すると以下の 6 次関数が導かれる。

$$(2-1) \quad y(t) = 0.3488 t^6 + 109.93 t^5 - 1433.5 t^4 + 9898.4 t^3 - 38157 t^2 + 77852 t - 65623$$

(2-1)の式を微分すると以下の式になる。

$$(2-2) \quad y'(t) = 6 \times (0.3488) t^5 + 5 \times (109.93) t^4 - 4 \times (1433.5) t^3 + 3 \times (9898.4) t^2 - 2 \times (38157) t + 77852$$

以上の 6 次多項式とその第 1 次導関数によって記述された立ち幅跳びのグラフが図 1 である。青色四角印の曲線が立ち幅跳びの発達現量値曲線であり、茶色の曲線がその微分である速度曲線である。この速度曲線には局所的極大速度 (LPV: local peak velocity) が 2 か所に検出されており、立ち幅跳びでは幼児期に 2 回の発達速度の促進が見られることになる。

3. 結 果

1) 多項式による男児の体格の加齢変化

加齢現量値に対して多項式を適用し、さらに微分された(n-1)次の多項式の挙動を解析することによって、男児の体格の加齢変化を検討した。

まず、図 2～3 に示されるように、男児の身長と体重の多項式による発達現量値曲線を見ると、僅かではあるがシグモイド状の曲線を示した。そこで、微分された速度曲線を見ると、身長の局所的極大速度 (LPV: local peak velocity, 以下 LPV とする) は、5.95 歳、体重の LPV は、5.55 歳を示した。つまり対象の男児の身長と体重は、年長で一旦発育が促進されることになる。

2) 多項式による女児の体格の加齢変化

次に女児の体格の加齢変化を検討した (図 4～5)。女児は、身長、体重とも LPV が、4.95 歳と 6.35 歳の 2 か所に起伏が示された。つまり今回対象の女児の身長と体重は、2 回の発達速度の促進が見られ、年長時期に一番発育が促進されることになる。

3) 多項式による男児の運動能力の加齢変化

次に図 6～11 に示された 25m 走、立ち幅跳び、ボール投げ、両足連続跳び越し、体支持持続時間、捕球の多項式による発達量値と速度曲線を見ると、25m 走は、上方に緩やかな凸型の曲線を示した。LPV は検出されず、速度は減少の一途を辿る。立ち幅跳びは、直線傾向の中に 4 歳前半から 4 歳後半と、5 歳後半から 6 歳前半の 2 か所に起伏が示された。特に 4 歳前半から 4 歳後半にかけて顕著に発達することが確認された。ボール投げは、直線傾向の中に 4 歳前半から 4 歳後半と 5 歳後半から 6 歳前半の 2 か所に起伏が示された。特に 5 歳後半、顕著に発達が進むことが確認できた。両足連続跳び越しは、特に LPV が検出されず、体支持持続時間は、4 歳後半から 5 歳前半と 6 歳前半から 6 歳後半に LPV が検出され、特に 6 歳前半から 6 歳後半にかけて顕著に発達が進むことが分かった。捕球は 3 歳後半から 4 歳前半と 5 歳前半から 5 歳後半に LPV が検出され、特に 3 歳後半から 4 歳前半に顕著に発達が進むことが確認された。そこで、3 項目の「走・跳・投」速度曲線を見ると、25m 走は、加齢とともに記録は伸びるが LPV は検出されず、速度は減少の一途を辿る。立ち幅跳びとボール投げは LPV が 2 か所に検出

され、2 相性のパターンを示し、跳能力と投力では幼児期に 2 度の発達の促進が示されることになる。両足連続跳び越し、体支持持続時間、捕球については、両足連続跳び越しが 25m 走の発達に非常に類似性があり、捕手は跳、投能力の発達と類似性があり、体支持持続時間は他の 5 つの項目とは全く異なり、漸次顕著な発達を示した。

4) 多項式による女児の運動能力の加齢変化

次に女児の運動能力加齢変化を図 12~17 に示した。多項式による発達量値の速度曲線を見ると、25m 走は、4 歳前半から 5 歳前半に発達が著しいことが示された。立ち幅跳びは、4 歳後半から 5 歳後半にかけて顕著に発達する。ボール投げは、3 歳後半から 4 歳前半と 4 歳後半から 5 歳後半にかけて著しく発達する。そこで「走・跳・投」速度曲線を見ると、25m 走は、4 歳後半から 5 歳前半にかけて速度が増加し、その後速度は減少の一途を辿る。立ち幅跳びとボール投げは、共通して 4 歳後半から 5 歳後半にかけて著しく発達する。両足連続跳び越しは、男児と似た曲線を描くが、4 歳後半から 5 歳前半に発達が促進される。体支持持続時間は、4 歳後半から 5 歳後半にかけて著しく発達し、捕球は 4 歳前半から 4 歳後半と 5 歳後半から 6 歳前半の 2 か所に起伏が示され、特に 4 歳後半と 5 歳後半に顕著に発達する。女児も男児と同様、両足連続跳び越しが 25m 走の発達に非常に類似性があり、捕球は、投能力の発達と類似性があり、体支持持続時間は他の 5 つの項目とは全く異なり、漸次顕著な発達を示した。

4. 考 察

幼児の体格発育や運動能力発達において、数学的関数を適用した報告はほとんどない。藤井ら(2006a : 2006b)は、幼児の体格・運動能力の発育発達現量値に対してウェーブレット補間法を適用し、局所的極大速度 (LPV) の事象を提唱した。LPV は場合によっては mid-growth spurt として検出されることもある。それは、藤井(2002)が指摘した思春期最大発育速度 (MPV : Maximum Peak Velocity) の予兆現象として、思春期前に出現する局所的な速度の spurt 事象であり、2 から 3 か所に出現することもある。本章では、体格・運動能力の発育発達現量値に対して多項式を適用した。確かに発育・発達データを補間するには、ウェーブレット補間が有効である。それは、多項式の次数が高くなれば、Lunge 現象といわれる両端の振動現象が顕著になるので、発育・発達データを補間するには有効ではない。しかし、本章で敢えて多項式を適用した背景には、田中ら(2013a : 2013b)は幼児における体格・体力の平均値に対して最小二乗近似多項式を適用して評価チャートを構築した経緯がある (田中ほか, 2015b)。よって、次数が低い多項式であれば、ウェーブレット補間ほど有効性は示されなくても、評価チャート構築の理論的根拠は提供しているといえる。そこで、本章では 3 歳後半(3.75 歳)から 6 歳後半(6.75 歳)までの 7 点に対して 6 次の多項式を適用した。

身長と体重の発育現量値及び速度曲線の挙動を見ると、男児の身長は 5 歳後半、体重は 5 歳前半に LPV が出現しており、身長と体重の発育速度の spurt 事象がほ

ば同時期に出現したことは、横断的データであることを考慮すれば、平均的には5歳から6歳にかけて体格発育の速度変化が示されたこととなる。女兒は、身長、体重とも4歳後半、6歳前半の2か所にLPVの起伏が示されたことから年長時期に一旦発達が促進されると推測され、今研究の結果から、男児に比べ女兒の方が2回の発達速度の促進が見られることから、成長が早い可能性を示唆した。藤井ら(2006a：2006b)の報告からも幼児期に体格発育のLPVが検出されており、本章の知見を肯定するものと考えられる。

次に、男児、女兒の運動能力である25m走、立ち幅跳び、ボール投げ「走・跳・投能力」の発達現量値及び速度曲線の挙動を見た。男児、女兒とも走能力と両足連続跳び越しは運動発達に類似性が確認され、女兒の25m走は、4歳後半から5歳前半に発達が顕著であった。幼児期では男児、女兒ともその後、走能力発達の速度は減少しているが、このまま減少を続けるとは考えられない。藤井ら(2008)の知見を引用すれば、小学低学年で走能力発達の速度が増大することが示されており、本章における幼児期では走能力発達の速度は減少局面を示すが、その後は増大すると推測できる。藤井ら(2012a)は、韓国人幼児の運動能力発達に関して、生年月日まで考慮した横断的データに対して最小二乗近似多項式を適用し、1次から3次までの多項式の妥当性を導いた。この知見は評価チャートの構築には有効といえる。しかし、運動能力発達のパターンを解析するには、多項式を補間して適用するのが妥当であろう。

それぞれ男児、女兒の運動発達パターンは異なるが、それぞれの走能力の発達パターンに近いのは、両足連続跳び越しであり、跳、投能力の発達パターンに近いのは、捕球であった。体支持持続時間は男児、女兒とも5歳後半頃に一旦、LPVを示し、その後の速度曲線は顕著な増大を続ける。分類すると、25m走と両足連続跳び越しの能力、立ち幅跳び、ボール投げ、捕球の能力、体支持持続時間の能力と3つの能力発達パターンに区別できる。つまり、筋持久能力を除けば、幼児期におけるLPVの出現の有無で発達パターンが把握される。走能力は、男児、女兒とも加齢に伴い記録は伸び、女兒は5歳後半から6歳前半に顕著に発達した。跳、投能力は、男児が4歳後半に著しく発達し、6歳前半にもLPVが出現した。女兒は4歳後半から5歳後半にかけて著しく発達した。跳、投能力の発達において、男児が4歳後半に顕著に発達していることから、男児が女兒より運動発達は早期に進むことが示された。体支持持続時間に関しては、男児、女兒とも6歳後半にLPVが出現することから、脳や身体発達と関連が深い可能性がある。データの解析ではこれらのことが読み取れるが、多項式の解析にもLunge現象などの問題があり、今後ウェーブレット補間による再検証が必要となろう。

5. 結 論

幼児期の体格・運動能力の発育発達パターンを検討するために、男児、女兒の3歳後半から6歳後半までの身長、体重、25m走、立ち幅跳び、ボール投げ、両足連続跳び越し、体支持持続時間、捕球の横断的平均発育・発達現量値に対して6次の多項式を適用した。微分された速度曲線の挙動におけるLPVの出現状態か

ら発育発達パターンが解析された。身長、体重はLPVが男児は1か所に同時期に、女児は2か所に出現した。それぞれ男児、女児の運動発達パターンは異なるが、それぞれの走能力の発達パターンに類似しているのは、両足連続跳び越しであり、跳、投能力の発達パターンに類似しているのは、捕球であった。結果、25m走と両足連続跳び越しの能力、立ち幅跳び、ボール投げ、捕球の能力、体支持持続時間の能力と3つの能力発達パターンが区別できた。つまり、筋持久能力以外は、幼児期におけるLPVの出現の有無で発達パターンが把握される。走能力は、男児、女児とも加齢に伴い伸び、女児は5歳後半から6歳前半に顕著に発達した。跳、投能力は、男児、女児とも発達パターンに類似性があり、男児が4歳後半に著しく発達し、6歳前半にもLPVが出現した。女児は5歳後半に著しく発達する。跳、投能力の発達において、男児が女児より運動発達は早期に進むことが示された。体支持持続時間に関しては、男児、女児とも6歳後半にLPVが出現することから、脳や身体の発達と関連が深い可能性がある。

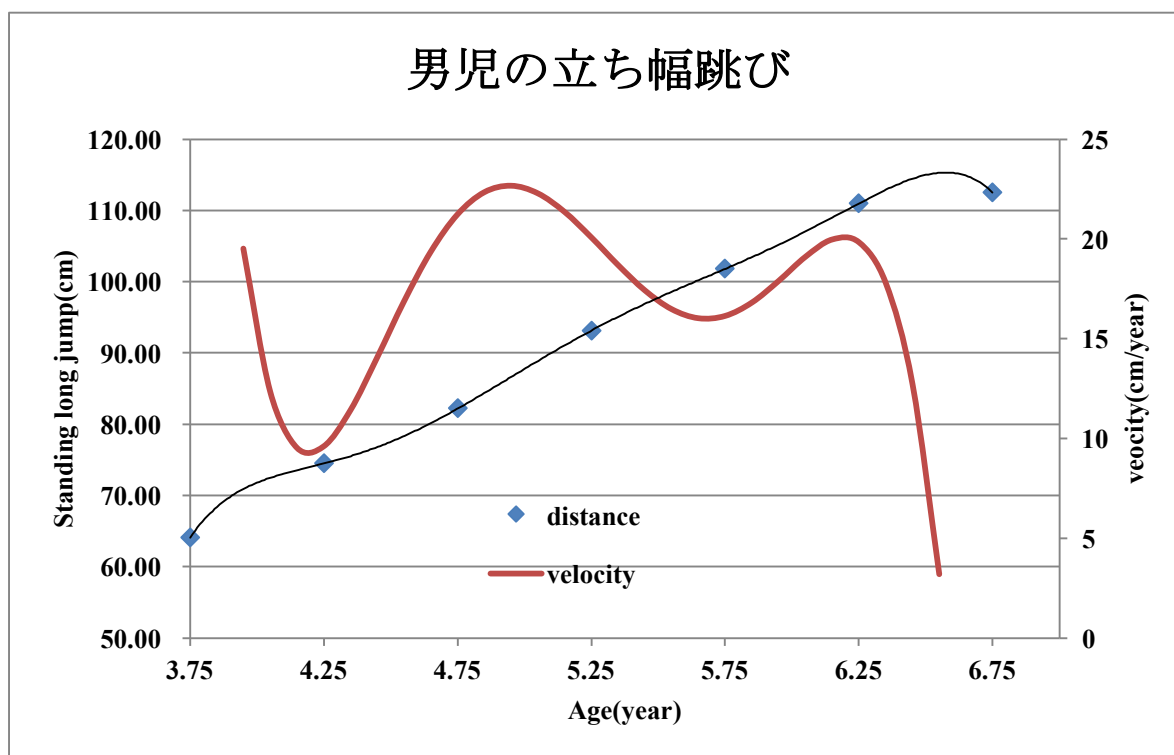


図 1 多項式による男児の立ち幅跳びの発達現量値と速度曲線

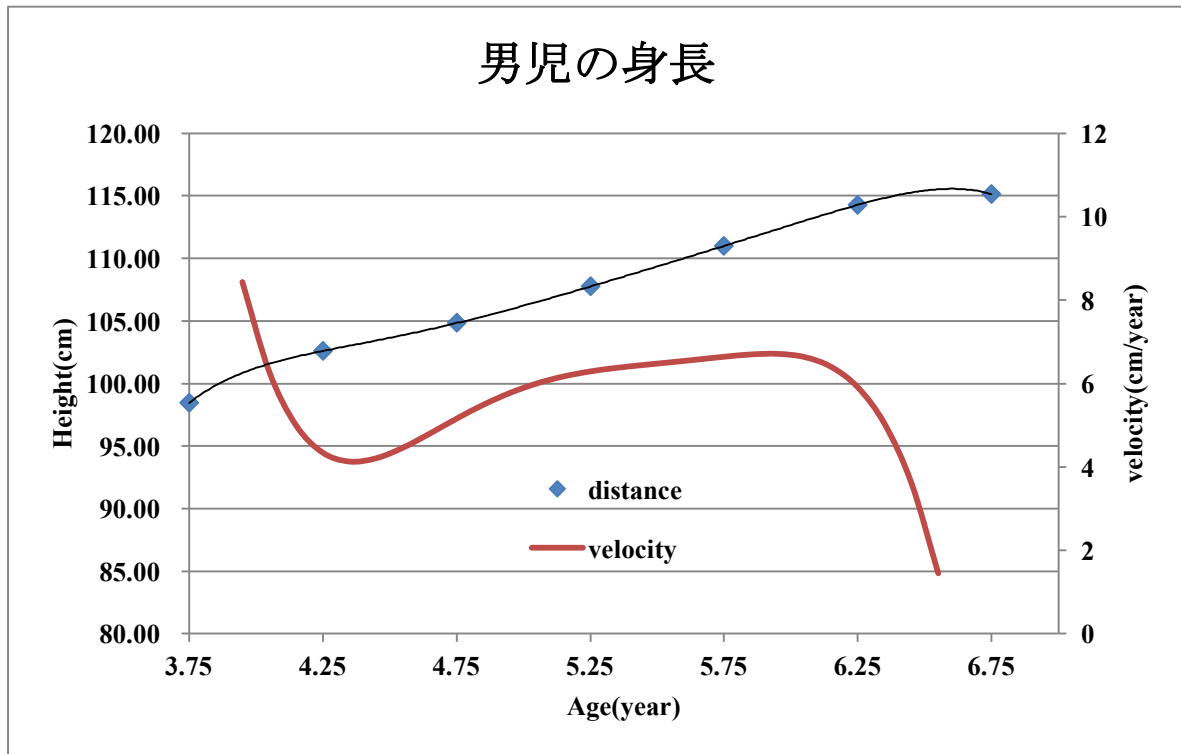


図 2 多項式による男児の身長の発育現量値と速度曲線

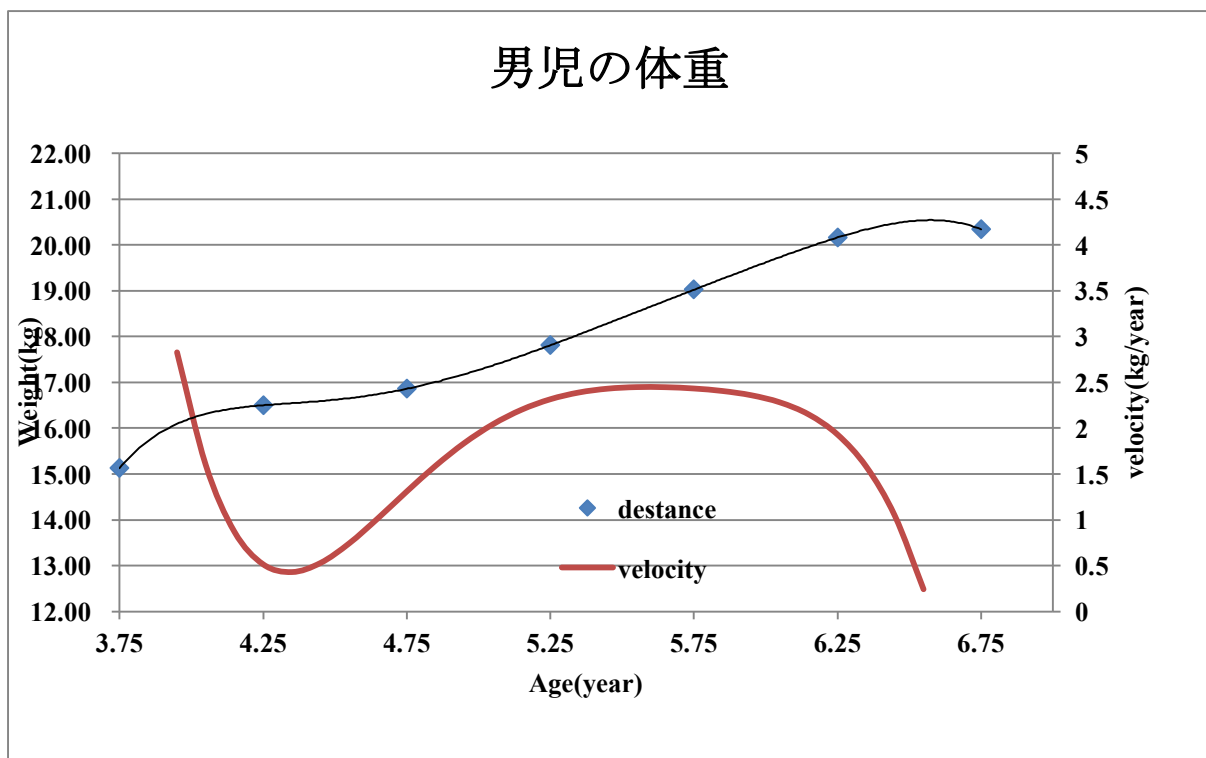


図 3 多項式による男児の体重の発育現量値と速度曲線

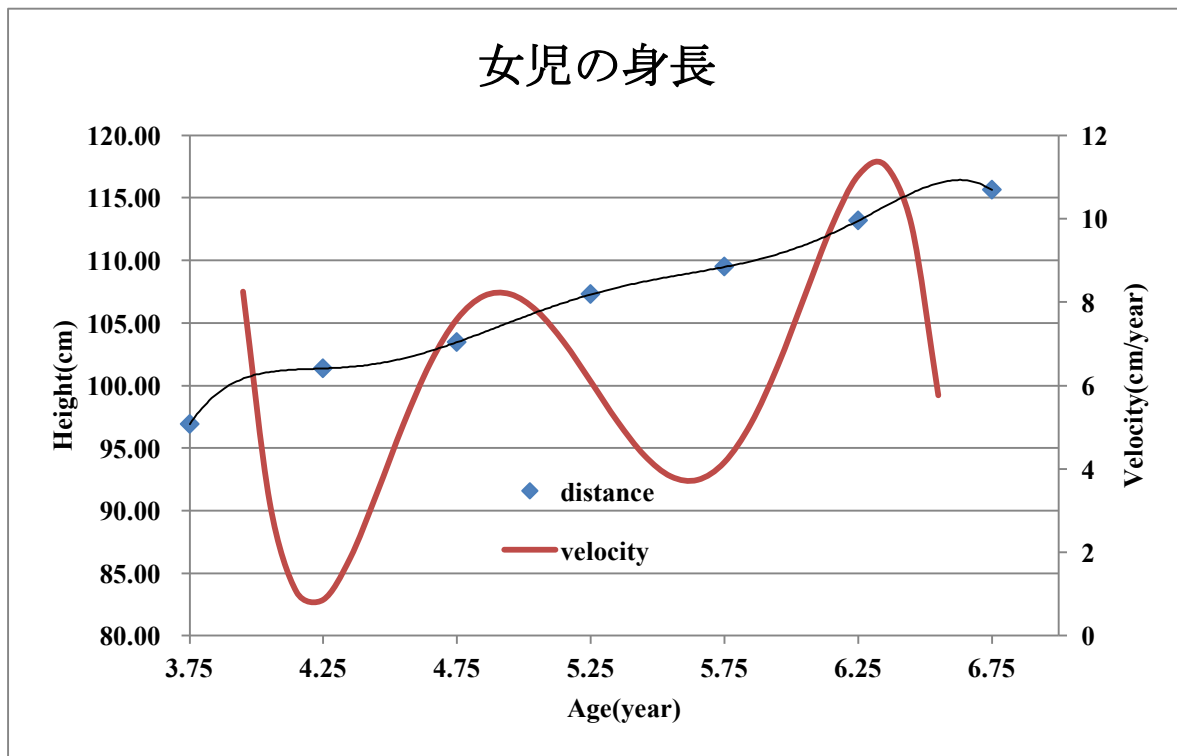


図 4 多項式による女兒の身長の發育現量値と速度曲線

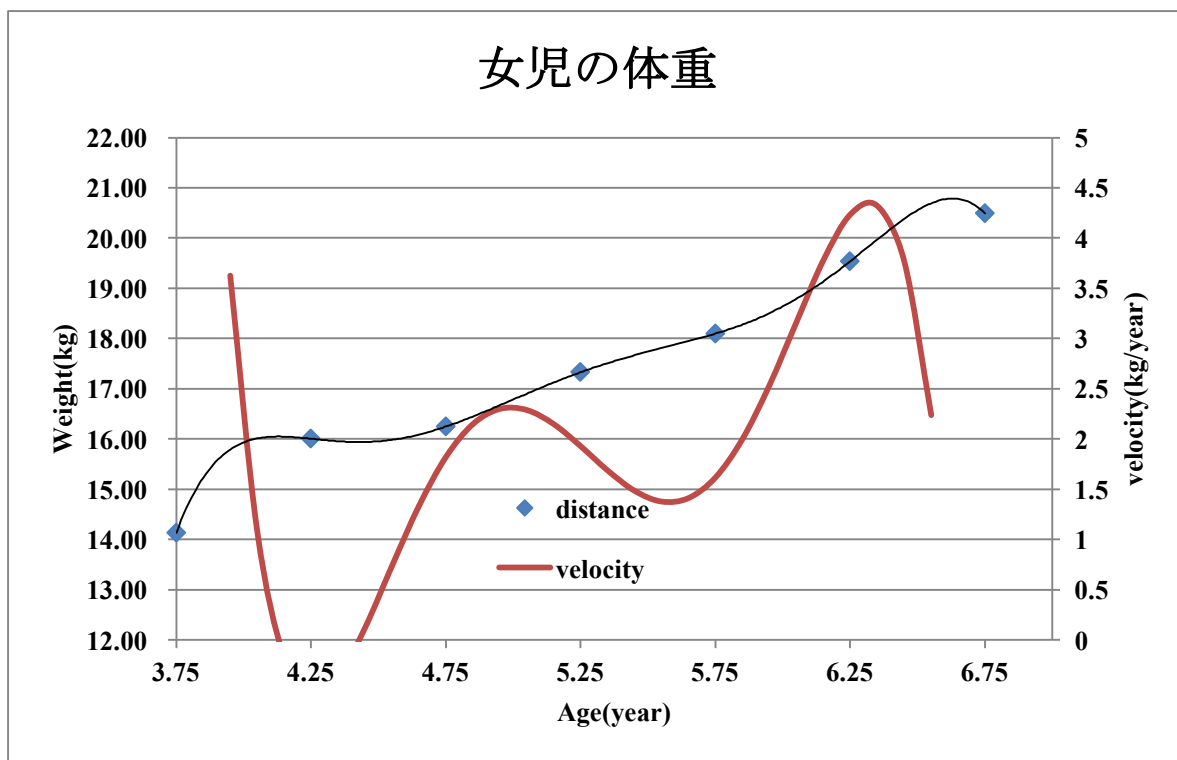


図 5 多項式による女兒の体重の發育現量値と速度曲線

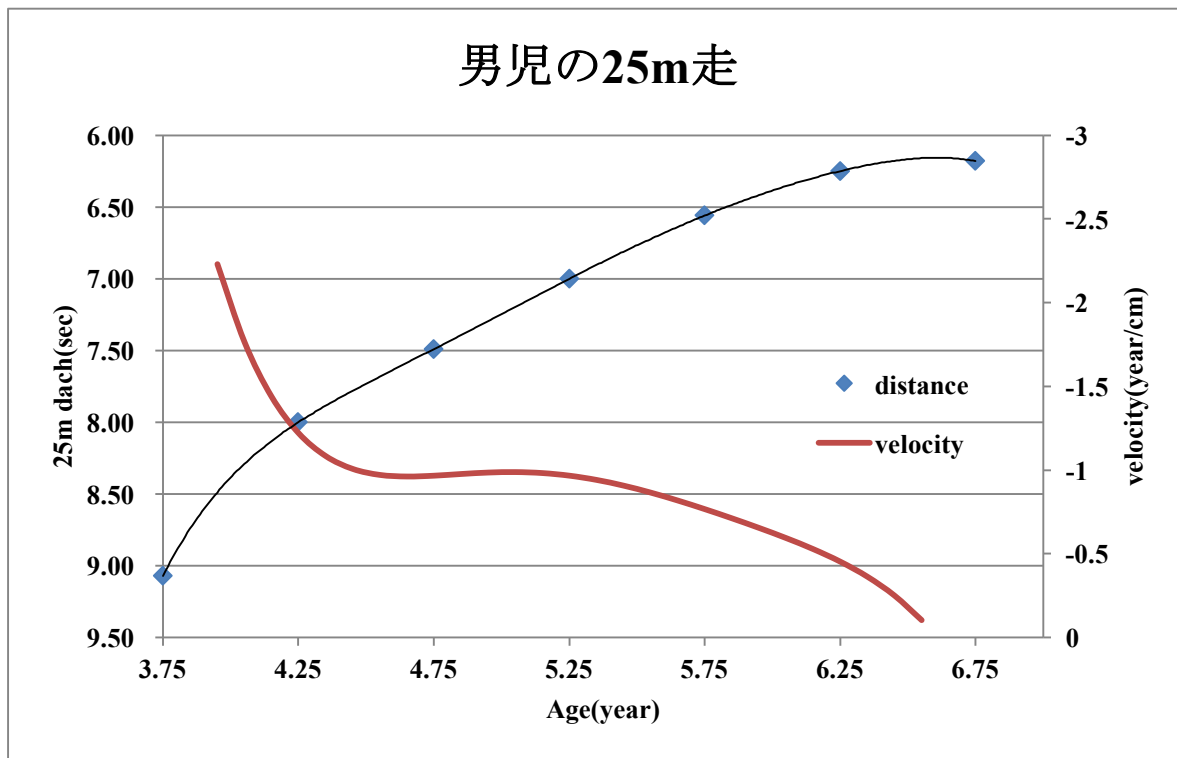


図 6 多項式による男児の 25m 走の発達現量値と速度曲線

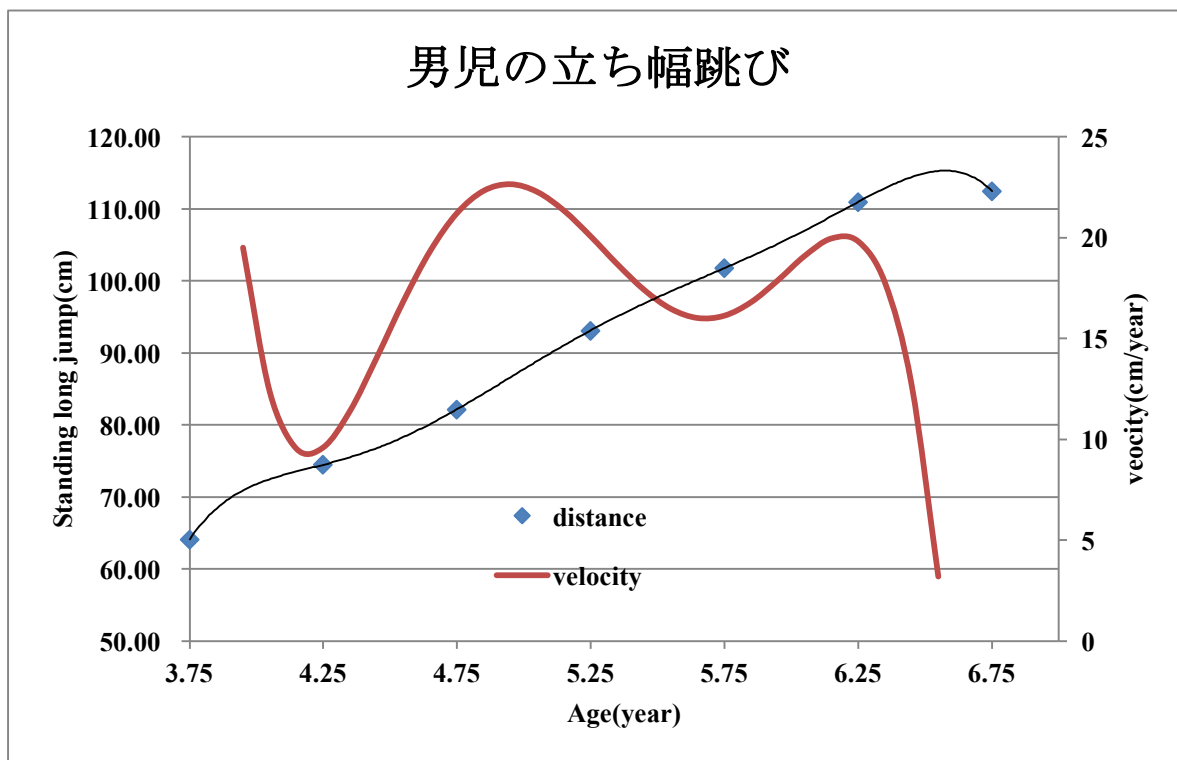


図 7 多項式による男児の立ち幅跳びの発達現量値と速度曲線

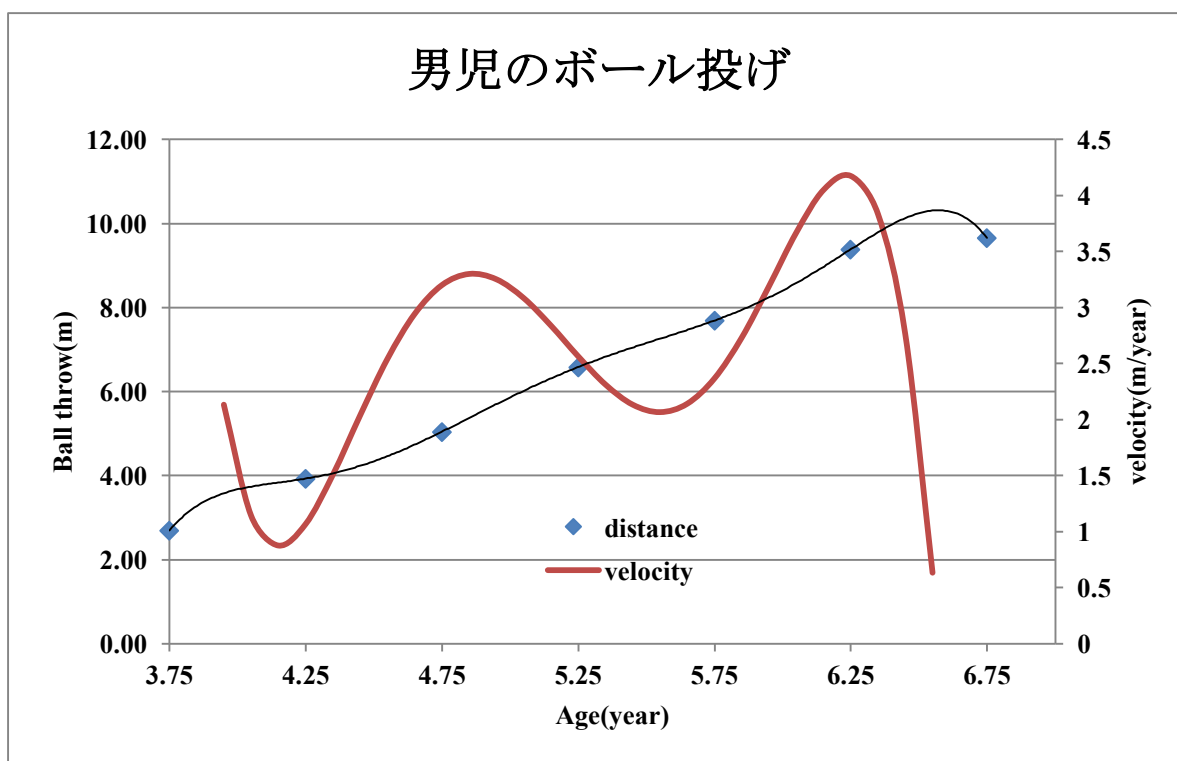


図 8 多項式による男児のボール投げの発達現量値と速度曲線

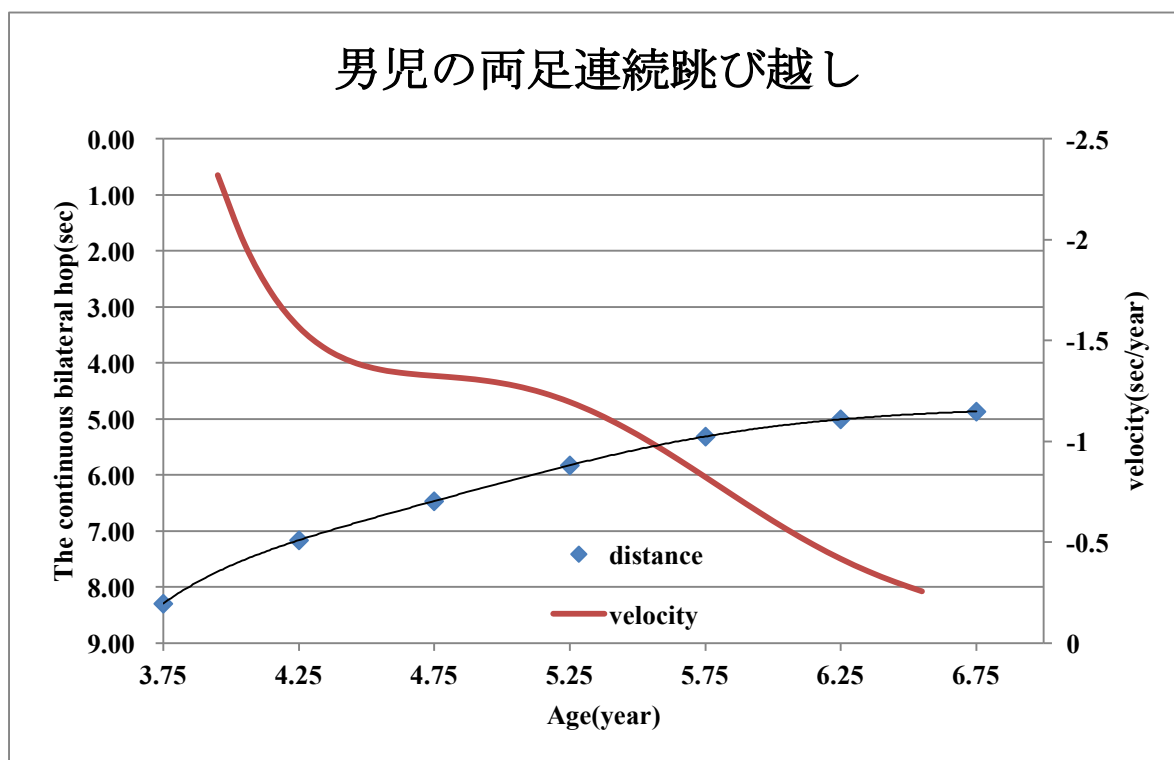


図 9 多項式による男児の両足連続跳び越しの発達現量値と速度曲線

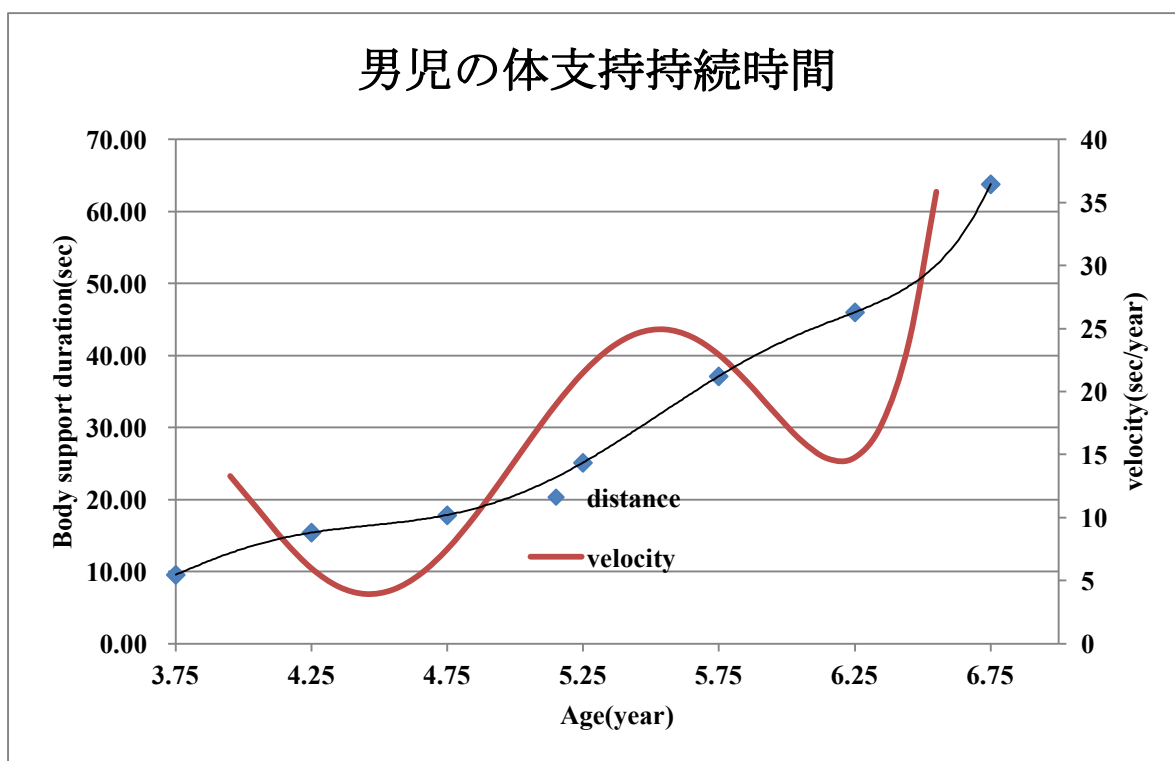


図 10 多項式による男児の体支持持続時間の発達現量値と速度曲線

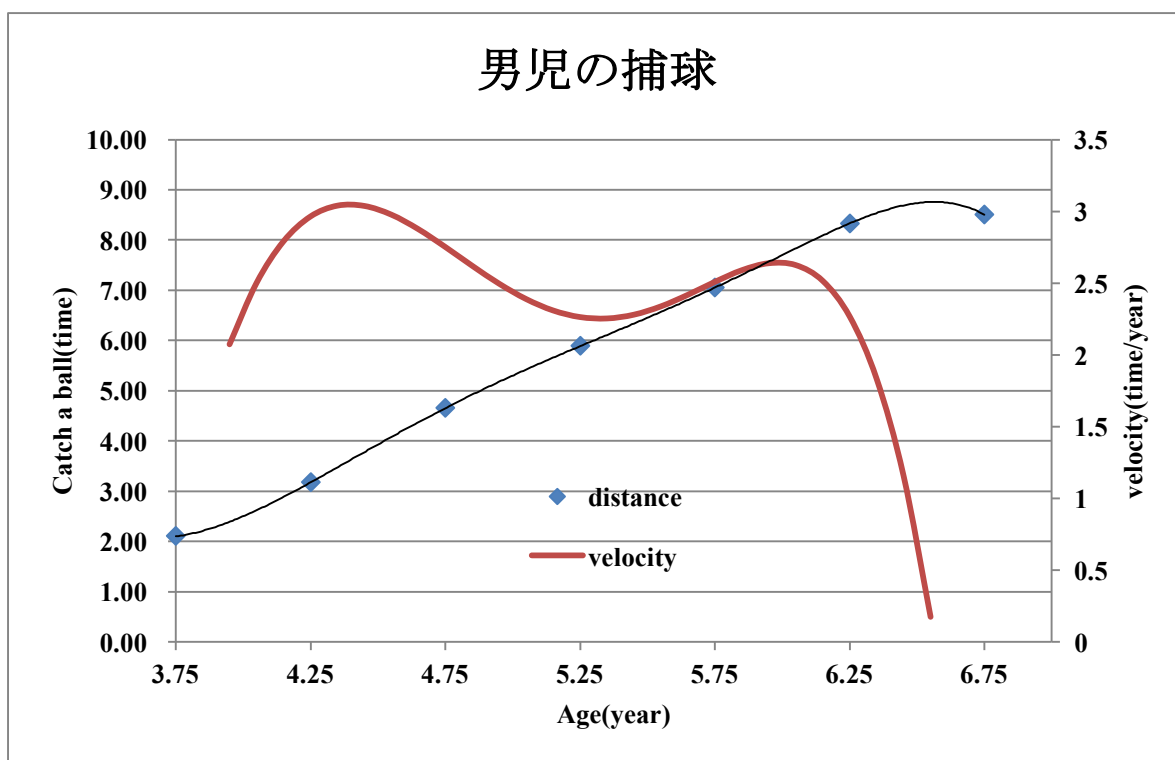


図 11 多項式による男児の捕球の発達現量値と速度曲線

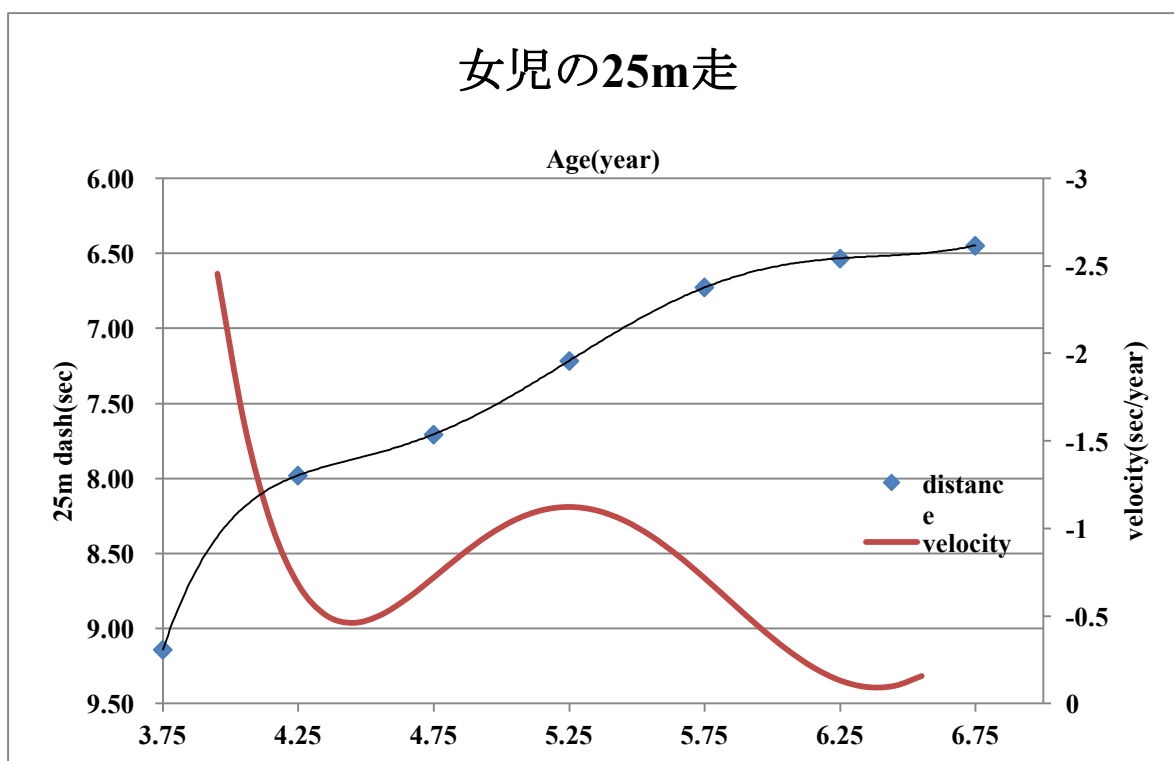


図 12 多項式による男児の 25m 走の発達現量値と速度曲線

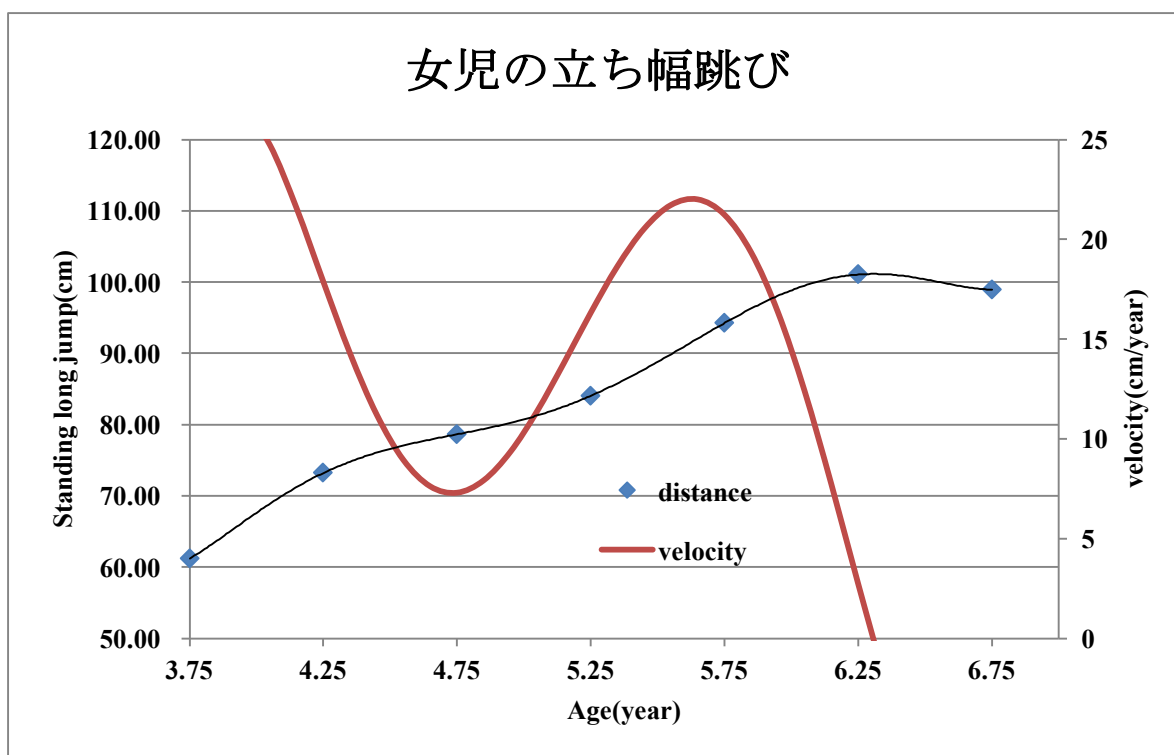


図 13 多項式による女児の立ち幅跳びの発達現量値と速度曲線

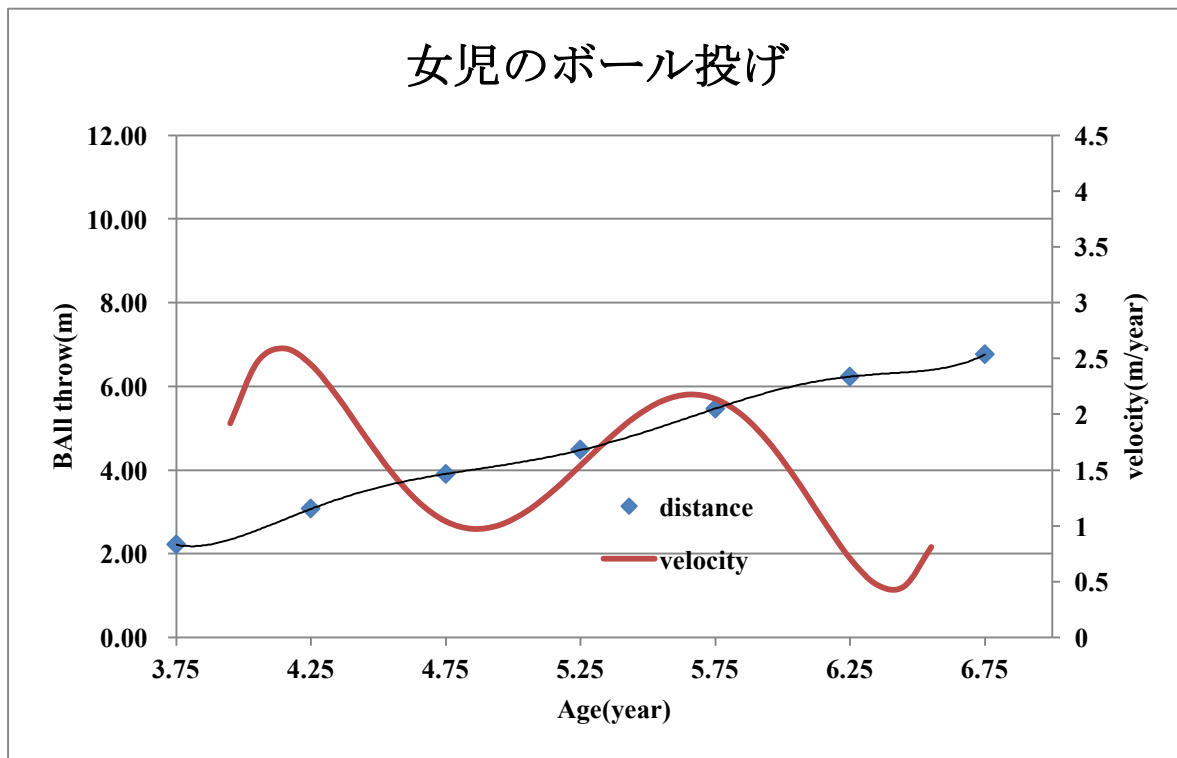


図 14 多項式による女児のボール投げの発達現量値と速度曲線

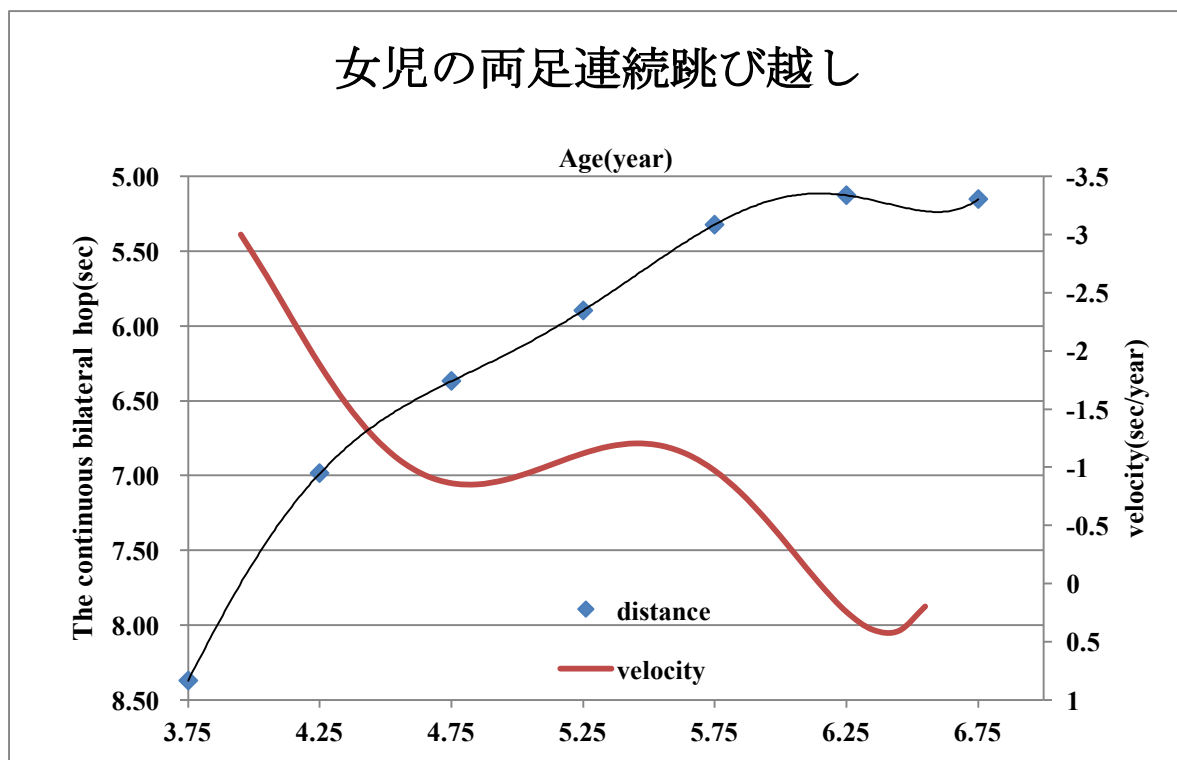


図 15 多項式による女児の両足連続跳び越しの発達現量値と速度曲線

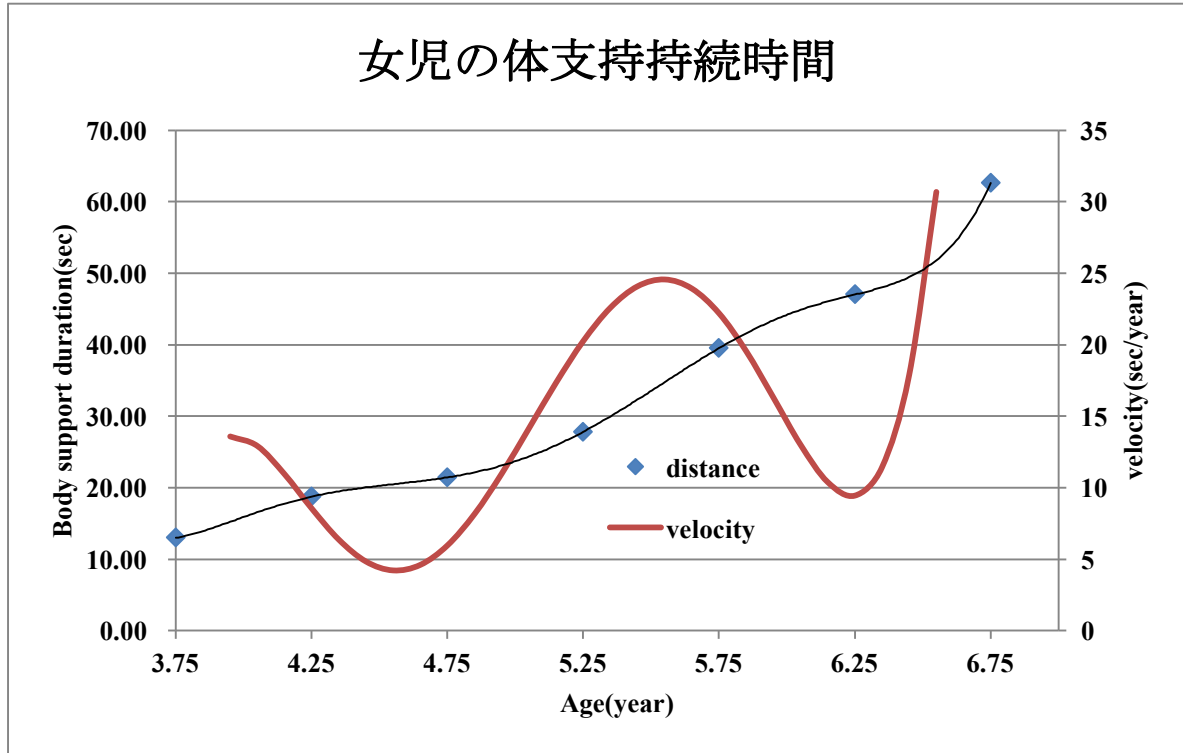


図 16 多項式による女兒の体支持持続時間の発達現量値と速度曲線

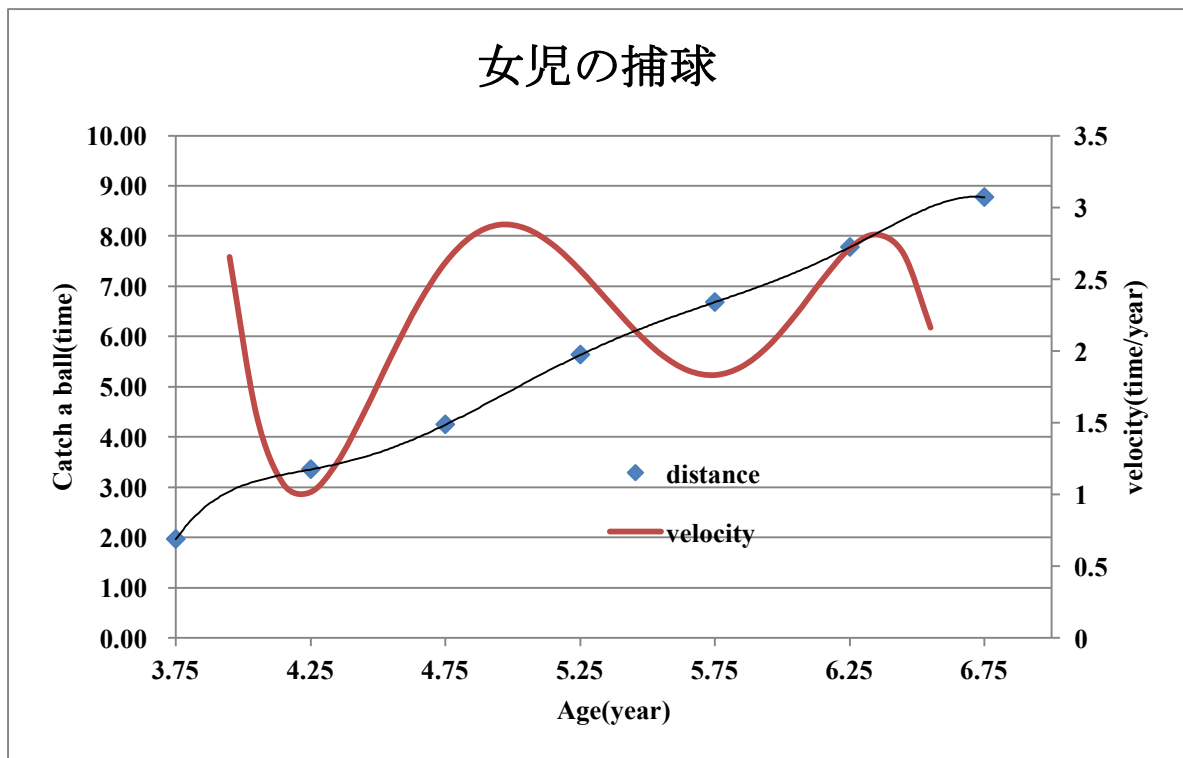


図 17 多項式による女兒の捕球の発達現量値と速度曲線

4 章

幼児の体格・運動能力の発育・発達における性差の比較

4 章：幼児の体格・運動能力の発育・発達における性差の比較

1. 本章の目的

本章では、3 歳から 6 歳までの全国的な規模の幼児 3,533 名を対象に身体測定と運動能力テスト 6 種目(25m 走, 立ち幅跳び, ボール投げ, 両足連続跳び越し, 体支持持続時間, 捕球)を実施し, 従来ではデータ数が少なく, 運動能力の明確な特徴が把握できなかった部分の検討を試み, 幼児の体格・運動能力の実態から性差を比較することを目的とした。

2. 方 法

1) 対 象

被験者は、3 府県下の幼稚園に在籍する幼稚園園児 3,533 名（男児 1,819 名, 女児 1,714 名）である。県及び市教育委員会, 保育士・幼稚園教諭には事前に調査内容を説明し, 了承を得た。その上で, 被験者の保護者に対して調査内容を文書で知らせ, 同意を得た。被験者は急性および慢性の疾患を患っている者はいなかった。

2) 形態測定

形態は, 身長, 体重を測定した。

3) 運動能力テスト

運動能力テストは, 東京教育大学「現在の筑波大学」体育心理学研究室作成の運動能力検査の改訂版(2004)を用いて, 25m 走, 立ち幅跳び, ボール投げ, 両足連続跳び越し, 体支持持続時間, 捕球の 6 種目を実施した。

4) 統計解析

得られた値は, 全て平均±標準偏差で示した。体格・運動能力テスト及び身体特性の年齢差及び性差の比較は, 二元配置分散分析を行い, 主効果が認められた場合, その後の多重比較検定を行った。すべての分析において SPSS ver.19.0 を用いた。全ての有意水準は危険率 5%未満とした。

3. 結 果

1) 幼児の体格について

表 1 は, 対象の幼児の身体特性を示した。身長は, 3 歳前半と 3 歳後半の女児の間を除き, 男児, 女児とも加齢とともに有意に高い値を示し (年齢 $p<0.05$), 性差は, 4 歳前半, 4 歳後半, 5 歳後半, 6 歳前半で男児が女児に比べて有意に高い値を示した(性差 $p<0.05$)。体重は, 男児の 3 歳前半と 3 歳後半の間, 6 歳前半と 6 歳後半の間, 女児は 3 歳前半と 3 歳後半の間, 4 歳前半と 4 歳後半の間を除き, 加齢とともに有意に高い値を示し(年齢 $p<0.05$), 性差は 4 歳後半, 5 歳前半, 5 歳後半で男児が女児に比べて有意に高い値を示した(性差 $p<0.05$)。なお, BMI は

加齢，性差による差は認められなかった。

2) 幼児の運動能力について

図 1～6 は，6 種目の運動能力テストの経年変化と性差を示した。

(1) 25m 走は，男児，女児とも 6 歳前半と 6 歳後半の間を除き加齢とともに有意に低い値を示した(年齢 $p<0.001$)。性差は，4 歳前半を除き男児が女児に比べて低い値を示し，特に 4 歳後半以降，男児が女児に比べて有意に低い値を示した(性差 $p<0.05$)。

(2) 立ち幅跳びは，女児の 6 歳前半と 6 歳後半の間を除き加齢とともに有意に高い値を示した(年齢 $p<0.001$)。性差は，全ての年齢において男児が女児に比べて高い値を示し，特に 4 歳後半以降，男児が女児に比べて有意に高い値を示した(性差 $p<0.05$)。

(3) ボール投げは，男児 3 歳前半と 3 歳後半の間，6 歳前半と 6 歳後半の間，女児 3 歳前半と 3 歳後半の間を除き加齢とともに有意に高い値を示した(年齢 $p<0.001$)。性差は，全ての年齢において男児が女児に比べて高い値を示し，特に 4 歳後半以降，男児が女児に比べて有意に高い値を示した(性差 $p<0.001$)。

(4) 両足連続跳び越しは，男児，女児とも 3 歳前半と 3 歳後半の間，6 歳前半と 6 歳後半の間を除き加齢とともに有意に低い値を示した(年齢 $p<0.001$)。性差は，4 歳前半，4 歳後半を除き僅かではあるが男児が女児に比べて低い値を示した。

(5) 体支持持続時間は，男児，女児とも加齢とともに高い値を示し，5 歳前半以降，有意に高い値を示した(年齢 $p<0.001$)。性差は，6 歳後半を除き女児が男児に比べて高い値を示した。

(6) 捕球は，男児，女児とも加齢とともに高い値を示し，男児が 3 歳前半と 3 歳後半の間，6 歳前半と 6 歳後半の間，女児は 3 歳前半と 3 歳後半の間を除き，有意に高い値を示した(年齢 $p<0.001$)。性差は，4 歳前半，6 歳後半を除いて男児が女児に比べて高い値を示し，特に 4 歳後半から 6 歳前半において男児が女児に比べて有意に高い値を示した(性差 $p<0.05$)。

4. 考 察

人間は 6 か月頃には一人でお座りができ，8 か月頃には這い這い，伝え歩きを通して約 1 歳で歩行が可能になり，小学校に入学する頃には，走る，跳ぶ，投げるなどの日常的に行う基本的な運動が可能になるといわれている（前橋・田中ほか，2007）。また，脳の重量が 10 歳でほぼ完成し，運動神経系もこの時期にほぼ完成するといわれており，幼児期の各種のあそびが重要であるとされている（前橋・田中ほか，2007）。

本章における 25m 走は、幼児の体力を構成する 9 要素の中で速度を示す指標であり(体力科学センター調整力委員会, 1976: 藤井ほか, 2006a), 男児, 女児ともに年齢と比例してほぼ直線的に発達し, 4 歳後半以降性差が出現する傾向を示した($p<0.05$)。杉原, 森ら(杉原ほか, 2004a: 2004b: Sugihara et al ほか, 2006: 森ほか, 2010)は, 幼児期における 25m において, 男児, 女児ともに 1966 年から 1986 年まで向上し, その後 1997 年にまでの 10 年間低下し続けていることを報告している。今回の対象は, 男児, 女児ともに 1966 年の調査結果より高い値を示したものの, 最も高い値を示した 1986 年の調査結果よりは劣っており, 1966 年以降の調査とほぼ同様の値を示した。また 25m 走は, 3 歳前半から有意に発達し, 他 5 種目より早期に発達することが明らかになった。また, 運動発達に関しては, 男児, 女児ともにほとんど差がなかった。

立ち幅跳びは, 杉原ら(Sugihara et al, 2006: 森ほか, 2010)が 1966 年から 1986 年まで男児, 女児ともに継続的に高値を示したが, その後 2008 年まで低下の一途を辿り, 男児が 1966 年, 女児が 1973 年とほぼ同じ値を示していることを報告している。今回の対象は, 男児, 女児ともに 1966 年以降の調査より最も低い値を示した。立ち幅跳びは瞬発力(パワー)も確認できるため, 結果から見ると運動能力の低下を示した。全ての年齢において, 女児より男児の方が良い結果であった。

ボール投げは, 杉原ら(Sugihara et al, 2006)が 1960 年代から男児, 女児ともに低下傾向を報告している。本章は, 対象の幼児の記録は男児, 女児ともに高い値を示した。ボール投げは, 加齢とともに記録が向上し, 性差は男児が女児に比べ, 特に 4 歳後半以降有意に高い値を示した($p<0.001$)。全ての年齢において, 明らかに女児より男児の方が優れていた。投げ動作の発達は, 生後 1 歳前後から見られる物体の放出に始まるといわれ(櫻井・宮下, 1982), 「歩く」あるいは「走る」といった動作に比べて, 「投げ」は, 後天的に獲得される動作である。上手に投げるためには練習することが必要であり, また効果的な指導が行われることが重要と報告していることから(櫻井・宮下, 1982)幼児期における投げる動作の獲得のパターンが示された。

両足連続跳び越しは, 間隔を認知し, 次にすべき動作を瞬時にフィードバックする。巧緻性を把握する重要な要素である。男児, 女児とも差がほとんどなかった。

体支持持続時間は, 身体を両腕で支えるために筋力, 筋持久力, 平衡性, 補給はボールが自身に向かってくるボールの認知と空間の認知が必要となってくる。体支持持続時間で最も低い値は 1 秒, 最も高い値は 180 秒を示した。本人の意欲や体調がかなり左右されるため, 正確さに問題が残る。

捕球で最も低い値は 0 回, 最も高い値は 10 回を示した。つまり, 自分の身体を支えることができない, ボールを捕球することが全くできない幼児も存在した。体を支える, 引きつける動作は, 固定遊具のうんてい, ジャングルジム, 鉄棒などのあそびや, その他様々な運動あそびの経験から身に付くものであり, ボールを受ける, つく, 投げる, 蹴る動作の習得は, 段階を経て身に付くものである。

保護者や幼稚園教諭は、動作を獲得できる運動あそびの場を意図的に設定する環境作りが重要と考えられる。これらの運動体験は、跳び箱、鉄棒、マット運動、ボール運動を遂行する上でも必要であり、小学校体育や課外スポーツなどの楽しい身体活動の実践にも必要不可欠であると考ええる。25m 走、立ち幅跳びが、3 歳前半、ボール投げ、両足連続跳び越し、捕球が 4 歳前半から有意な記録の向上が認められたことから運動能力の向上は、幼児期の早い段階から走る、跳ぶ、投げる、つかむといった様々な運動あそびの実践が有効であろう。

Minel は、幼児期に人間の生涯にわたる運動全般にとって基本となる動作が、著しく発達する時期であり、運動発達の特徴は多くの運動様式を習得し、しかもそれらを急速に洗練させている (Minel, 1981)。幼児期における「走・跳・投」動作は、筋量の増加、神経系の成熟など様々な要因が考えられ、「自発的分化」により、様々な動作の発達があると報告されている (Wilson, 1945 : 桜井・宮下, 1982)。基本的運動能力である「走・跳・投」能力は性差が明確になる能力であり、本章でも性差は明確に示された。このような全国的な規模でのデータから、体格及び運動能力の発達パターンとその性差を明らかにできたことは、幼児期の身体的発育発達研究に関する基礎的研究であり、重要な知見と考える (田中ほか, 2015a)。

5. 結 論

本章では、3 歳から 6 歳までの幼児 3,533 名を対象に運動能力テスト 6 種目 (25m 走、立ち幅跳び、ボール投げ、両足連続跳び越し、体支持持続時間、捕球) を実施し、幼児の体格、運動能力の発育発達の傾向とその性差を検討した結果、以下の知見を得た。運動能力テストは、加齢に伴い 25m 走と立ち幅跳びが 3 歳前半以降、ボール投げ、両足連続跳び越しが 4 歳前半以降、体支持持続時間が 5 歳前半以降有意に発達することが認められた。性差は、25m 走、立ち幅跳び、ボール投げ、捕球において男児が女児に比べて有意に高い値を示した。したがって、このような全国的な規模でのデータから、体格及び運動能力の発達パターンとその性差を明らかにできたことは、幼児期の身体的発育発達研究に関する基礎的研究であり、重要な知見と考える。

表 1 男児，女児の身体特性と性差

Boys		Height (cm)		Body weight (kg)		Kaup's index (g/cm ²)×10	
Age	n	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
3.25	8	94.5 ± 2.4	A	13.7 ± 0.8	A	15.3 ± 0.5	A
3.75	41	98.5 ± 4.2	B	15.1 ± 1.6	A	15.6 ± 1.0	A
4.25	104	102.6 ± 4.6	C *	16.5 ± 2.4	B	15.6 ± 1.5	A
4.75	312	104.8 ± 4.3	D ***	16.9 ± 2.0	C **	15.3 ± 1.1	A
5.25	390	107.7 ± 4.2	E	17.8 ± 2.3	D *	15.3 ± 1.3	A
5.75	448	111.0 ± 4.4	F ***	19.0 ± 3.1	E ***	15.4 ± 2.3	A
6.25	445	114.3 ± 4.5	G ***	20.2 ± 3.0	F	15.4 ± 1.6	A
6.75	71	115.1 ± 4.1	H	20.3 ± 5.8	F	15.3 ± 4.5	A
Girls		Height (cm)		Body weight (kg)		Kaup's index (g/cm ²)×10	
Age	n	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.
3.25	4	96.3 ± 1.8	a	13.4 ± 0.8	a	14.5 ± 0.5	a
3.75	41	96.9 ± 3.5	a	14.1 ± 1.4	a	15.0 ± 1.0	a
4.25	94	101.2 ± 4.5	b	16.0 ± 2.0	b	15.5 ± 1.3	a
4.75	328	103.5 ± 3.7	c	16.3 ± 1.8	b	15.2 ± 1.2	a
5.25	376	107.2 ± 4.3	d	17.3 ± 2.2	c	15.0 ± 1.2	a
5.75	409	109.5 ± 4.8	e	18.1 ± 2.3	d	15.1 ± 2.4	a
6.25	406	113.2 ± 4.2	f	19.5 ± 2.6	e	15.2 ± 1.4	a
6.75	56	115.6 ± 5.0	g	20.5 ± 3.4	f	15.3 ± 1.7	a

Significantly difference in age: different alphabet

Significantly difference in gender: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

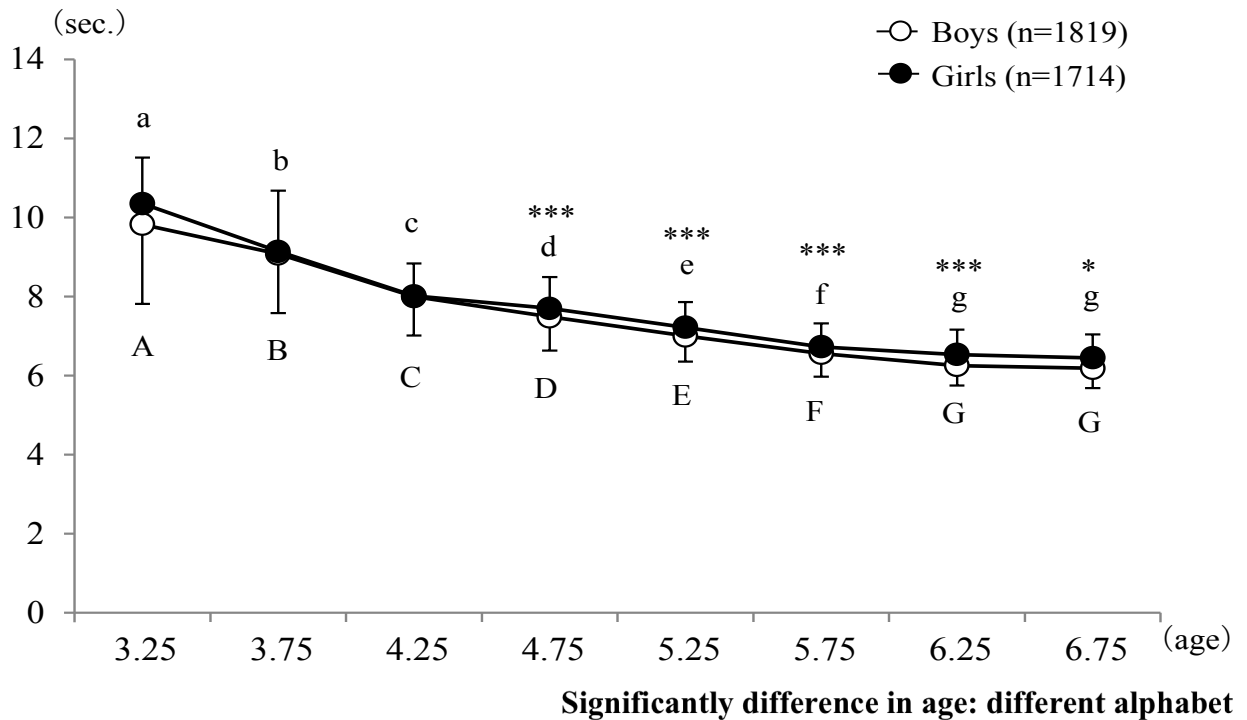


図 1 25m 走の経年変化と性差

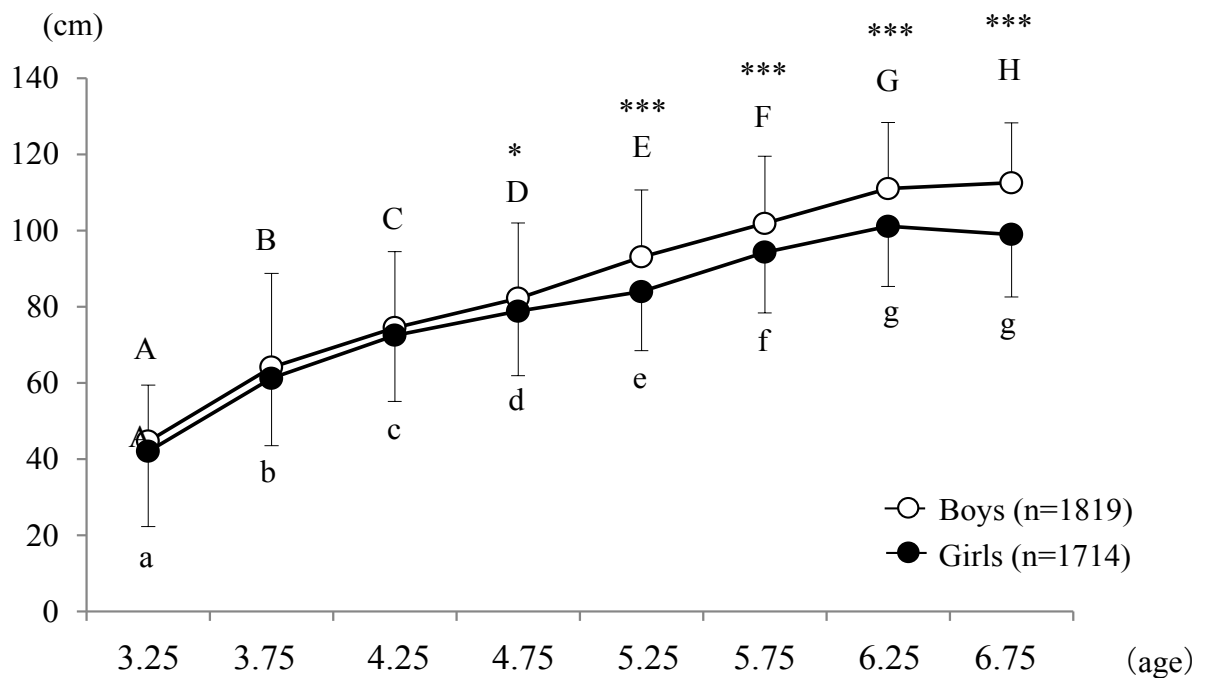


図 2 立ち幅跳びの経年変化と性差

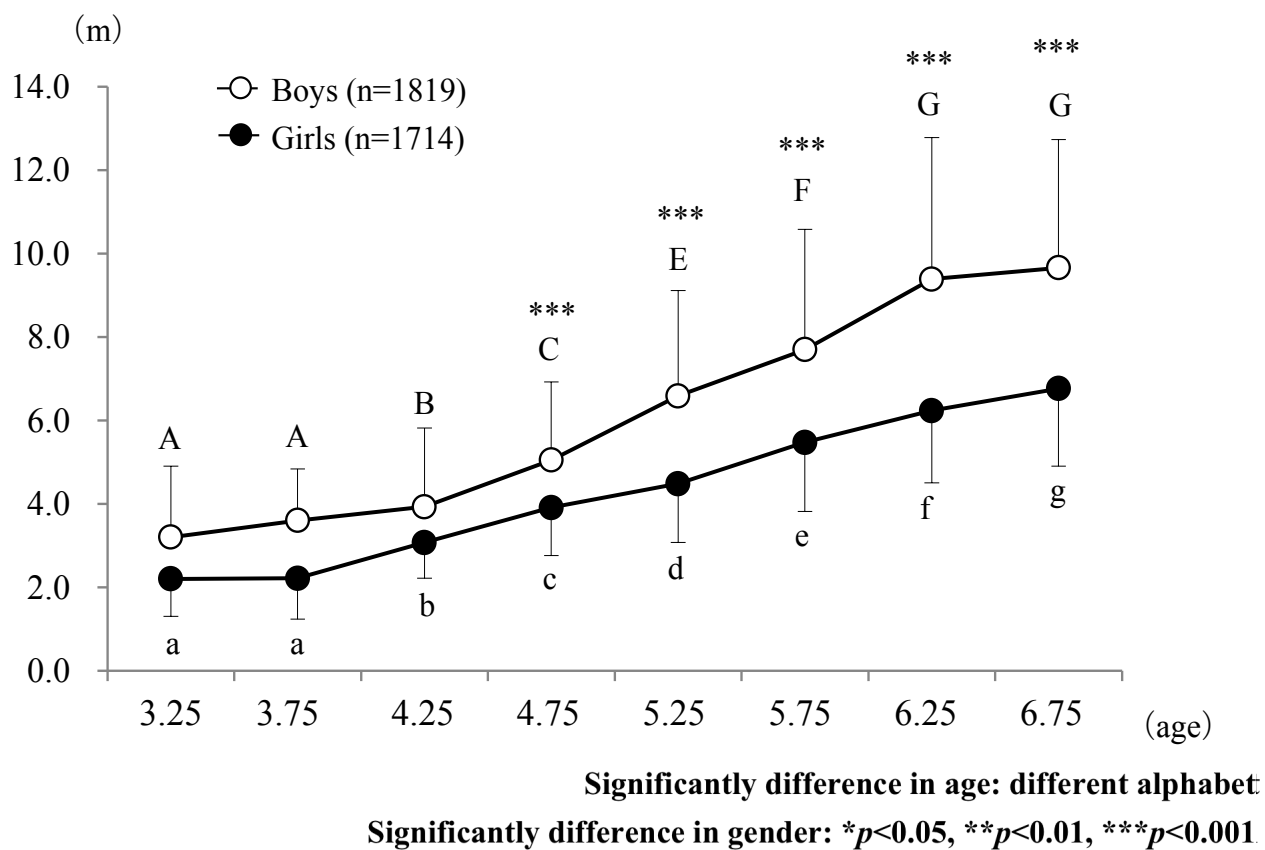


図3 ボール投げの経年変化と性差

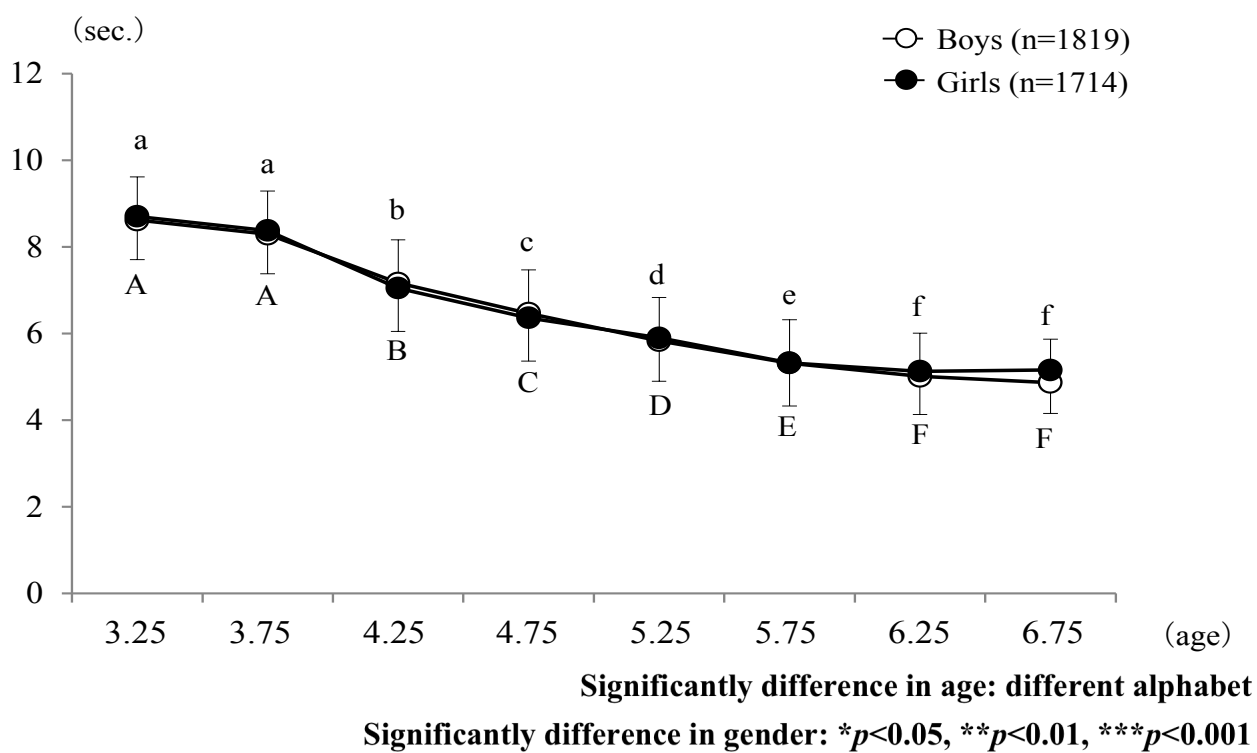


図4 両足連続跳び越しの経年変化と性差

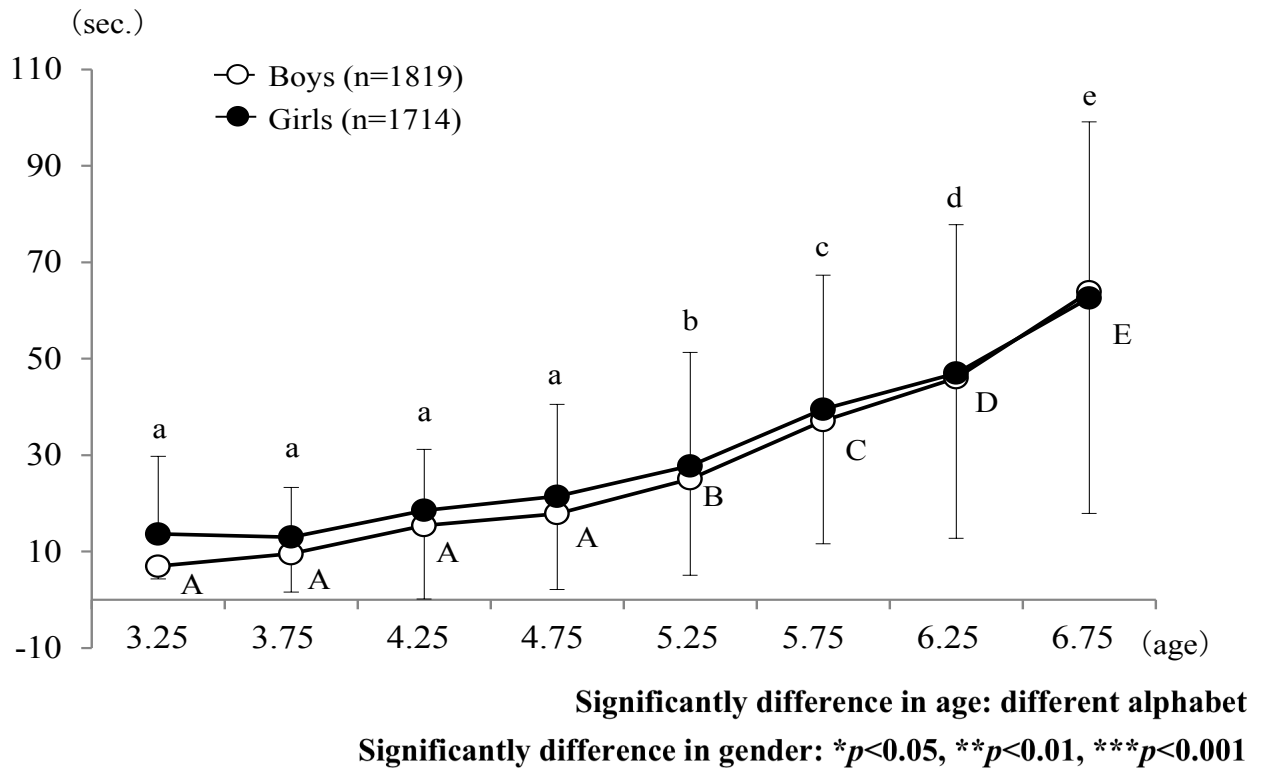


図 5 体支持持続時間の経年変化と性差

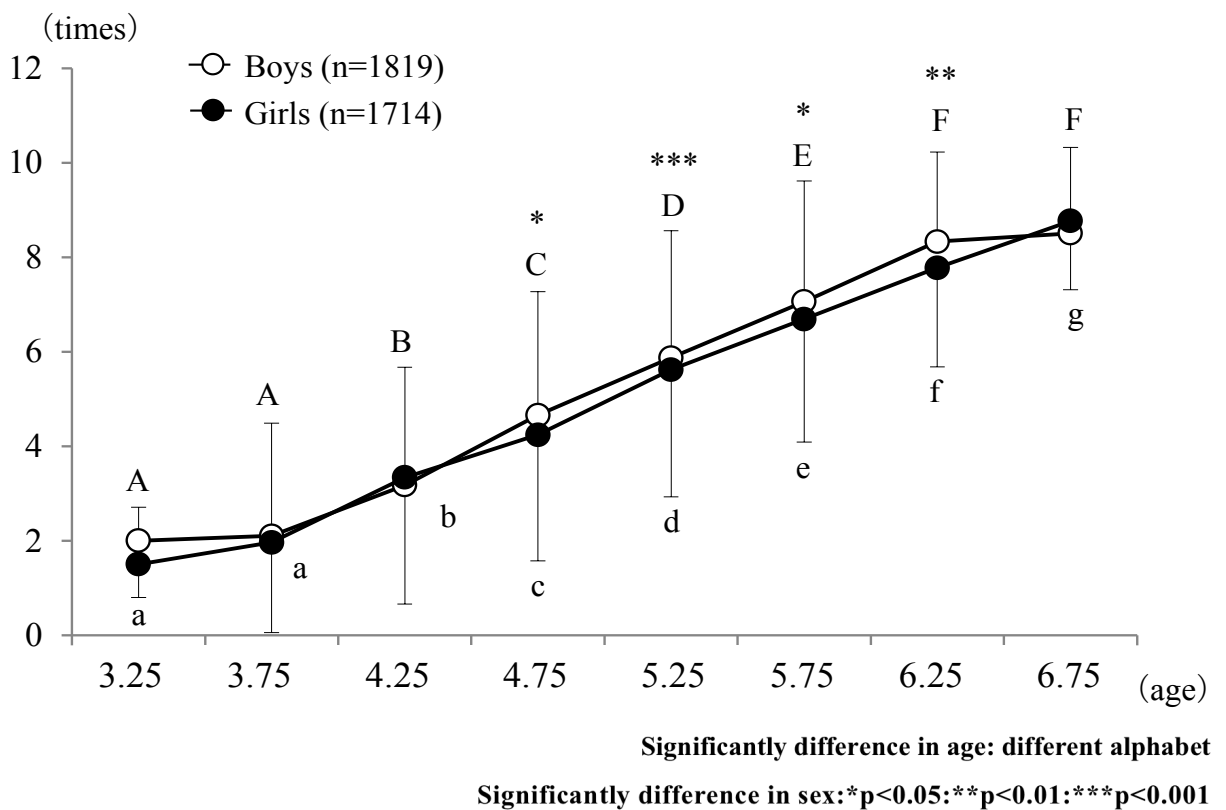


図 6 捕球の経年変化と性差

5 章

幼児の運動能力発達評価の妥当性

-平均-最小二乗法による解析-

5 章：幼児の運動能力発達評価の妥当性 -平均-最小二乗法による解析-

1. 本章の目的

近年の体力向上プロジェクトが青少年の体力低下問題や児童、幼児の体力向上施策に対して一定の効果は期待できたと考えられるが（三村ほか，2008），一方で，その根拠となる体力・運動能力に関する評価において科学的な知見は多いとはいえない。特に，幼児に関しては解析データが非常に少ない。このような背景には，幼児の体力・運動能力測定の妥当性の問題点，さらには測定後の解析手法が確立されなかった点にあらう。

幼児の運動能力発達を客観的に検証した報告は少ないが，そのような中で藤井ら（藤井ほか，2006b：2012a）のウェーブレット補間法による幼児の運動能力発達を経年的に解析した知見は，運動発達速度を経年的に早めていることを示した。また，境田ら（境田ほか，2007）は幼児の身体組成をも含めた骨密度の加齢変化に対して最小二乗近似多項式を適用して解析した。そこで，本章はこれらの研究で適用されている解析手法を参考に，幼児の運動能力発達の評価方法について検討しようとした。従来までの幼児の運動能力評価は，年少児，年中児，年長児の年齢ごとの平均値評価法か，各運動能力をそれぞれ得点化し，その総合得点を評価していた。しかし，年齢を考慮した加齢の中での評価法は確立されていなかった。それは運動能力の発達過程が客観的に把握できなかったからである。本章は藤井ら（Fujii et al, 2011：藤井ほか，2012a）が採用した最小二乗近似多項式を幼児の平均運動能力発達現量値に対して適用し，その加齢変化を検討する。さらに，各年齢帯の標準偏差に対して最小二乗近似多項式を適用して回帰多項式評価チャートを作成し，幼児の運動能力発達評価の妥当性を検証した。

2. 方 法

1) 平均-最小二乗法による解析手法

これまでに幼児の3歳から6歳までにおいて，各年齢を前半と後半に分け，3歳前半，後半，4歳前半，後半，5歳前半，後半，6歳前半，後半として運動能力の統計値を算出した。そこで算出された各運動能力のそれぞれの年齢における平均値に対して1次から3次までの最小二乗近似多項式を適用することにした。平均値に対して適用するために年齢軸を調整する必要がある。例えば各年齢帯の平均を取ると，3歳前半は3.25歳，3歳後半は3.75歳に収束するため，それぞれの年齢軸は次のように設定される。

3歳前半：3.25歳・・・>3歳後半：3.75歳・・・>4歳前半：4.25歳・・・>4歳後半：4.75歳・・・>5歳前半：5.25歳・・・>5歳後半：5.75歳・・・>6歳前半：6.25歳・・・>6歳後半：6.75歳

以上の年齢軸に対応する平均運動能力発達現量値に対して最小二乗近似多項式を適用した。次数の妥当性は，平均値に対して適用するために，基本的には決定係数（R²）から判断することにする。妥当と判断された最小二乗近似多項式の挙動から加齢変化を解析する。明らかな加齢変化が認められた項目について，運動

能力の年齢を考慮した多項式回帰評価チャートの作成を試みた。回帰評価チャートの作成は、3.25 歳から 6.75 歳までの各年齢における平均値 $\pm 0.5SD$ 、平均値 $\pm 1.5SD$ 値に対して次数の妥当性が判断された最小二乗近似多項式を適用した。そして、最小二乗近似多項式によって構成された 5 段階回帰評価チャートが構築される。3 歳前半はデータ数が非常に少ないため、分析では省いた。

2) 最小二乗近似多項式の次数の決定

3.75 歳から 6.75 歳までの男児の立ち幅跳びの記録は以下となった。

3 歳後半 : 3.75 歳	64.11cm
4 歳前半 : 4.25 歳	74.48cm
4 歳後半 : 4.75 歳	82.19cm
5 歳前半 : 5.25 歳	93.14cm
5 歳後半 : 5.75 歳	101.79cm
6 歳前半 : 6.25 歳	110.98cm
6 歳後半 : 6.75 歳	112.51cm

図 1～3 は男児の立ち幅跳びの平均運動能力発達現量値に対して 1 次から 3 次までの最小二乗近似多項式を適用したグラフである。本章の場合、各年齢における運動能力の平均値に対して最小二乗近似多項式を適用する関係から、次数の妥当性は、残差平方和と決定係数から判断することが可能である。但し、多項式回帰評価を作成する場合、次数が低い方が評価としては簡便といえる。したがって、決定係数がそれほど変化のない場合は低い次数を採用する。そこで、図 3～5 の立ち幅跳びの最小二乗近似多項式を見ると、決定係数は 3 次が最も高いが、1 次から 2 次までの決定係数の変化が最も大きく、2 次の最小二乗近似多項式が妥当と判断した。このような手法によって、他の 25m 走、ボール投げ、両足連続跳び越し、体支持持続時間、捕球に対して最小二乗近似多項式を適用した結果、ほとんどの運動能力項目で残差平方和と決定係数から 2 次の最小二乗近似多項式が妥当と判断された。

3. 平均－最小二乗法による多項式回帰評価の作成

1) 平均－最小二乗法による多項式回帰評価

図 4 は、立ち幅跳びの 3.75 歳から 6.75 歳までの平均値に対して適用された 2 次の最小二乗近似多項式である。

上記の男児の立ち幅跳びのデータに対して、最小二乗近似多項式が適用され、2 次多項式が妥当と判断され、以下の式が導かれた。

$$(1-1) \quad y(t) = -1.97164 t^2 + 37.68791 t - 50.23248$$

さらに、上式の 2 次多項式が各年齢における平均値 $\pm 0.5SD$ 、 $1.5SD$ 値に対して 2 次多項式回帰評価チャートを適用した (図 5)。なお、5 段階評価については、1 : mean - $1.5SD$ 以下に全体の約 7%、2 : mean - $0.5SD \sim -1.5SD$ 間に全体の約 24%、3 : mean $\pm 0.5SD$ 間に全体の約 38%、4 : mean + $0.5SD \sim +1.5SD$ 間

に全体の約 24%， $5 : \text{mean} + 1.5\text{SD}$ 以上に全体の約 7%となる。

2) 運動能力の加齢変化に対する多項式回帰評価の作成

各運動能力項目に対して最小二乗近似多項式が適用され、次数の妥当性が決定されたことにより、妥当と決定された次数の近似多項式が各年齢における平均値 $\pm 0.5\text{SD}$ ， 1.5SD 値に対して適用された。図 6～17 は、男児、女児の 25m 走、立ち幅跳び、ボール投げ、両足連続跳び越し、体支持持続時間、捕球における 2 次多項式回帰評価チャートである。このチャートのポイントは、それぞれの年齢における運動能力の評価が一括して可能となる。従来までの年齢帯ごとの評価チャートでは、他の年齢帯における評価と比較することができない欠点があった。しかし、本章における評価チャートでは幼少期における年齢が異なっている、同時に比較しながら評価が可能となる。したがって、幼少期における運動能力発達を最小二乗近似多項式による加齢変化構図を考慮した評価の構築をここに提言する。

4. 考 察

幼児の体格と運動能力の発育発達に関して調査、検討した研究は多いが、その多くは横断的データに基づく報告がほとんどである。したがって、解析手法にも限界があり、従来からの幼児に関する研究の再検討で終始するか、測定項目を増やすことによって新たな知見を導こうとする試みがある。しかし、解析手法や幼児期における縦断的な調査への確立が進まなければ、この種の研究の発展は期待できないであろう。そこで、本章は幼児期の横断的データではあるが、比較的多くのデータ数を確保することによって、従来の研究の再検討ではなく、幼児期全般を通じた運動能力の評価チャートの作成を試みた。評価チャートの作成に関しては、最小二乗近似多項式を幼児の運動能力の平均値に対して適用し、さらに、平均値 $\pm 0.5\text{SD}$ ， 1.5SD の標準偏差ラインに対しても最小二乗近似多項式を適用した。このような新たな解析手法については、藤井ら（藤井ほか，2012a）が韓国幼児を対象に 3.5 歳から 6 歳までの月齢年齢に対して全てのデータに対して最小二乗近似多項式を適用して解析した新しい手法を参考にした。また、藤井ら（Fujii et al, 2011；藤井ほか 2012b）は、幼児における肥瘦度の分類方法として、伊藤ら（伊藤ほか，1998；伊藤・上田，2000）が幼児の肥満判定のために標準身長体重曲線を構築した方法を独自に改良して最小二乗近似多項式から肥瘦度を判定した。このような手法を幼児の運動能力発達に適用し、その加齢変化傾向と評価について検討した。

本章で適用した最小二乗近似多項式の挙動から判断すると、直線的な発達傾向しか把握できなかったものが、2 次多項式が示す曲線傾向が把握できた。さらに、その 2 次多項式曲線が上方に凸型を示すのか、また凹型を示すのか、この挙動に基づけば発達傾向が異なることが推測される。

本章で調査した運動能力 6 種目の発達傾向を 2 次多項式の挙動から判断すると、25m 走は男児、女児とも右下がりの下方に湾曲を示した。曲線傾向と平均値 \pm

0.5SD, 1.5SD の標準偏差ラインの幅から判断すると、個人差はあるものの、男児、女児とも 3 歳後半から 5 歳前半にかけて著しく発達することが確認できた。立ち幅跳びは、右上がりの上方への湾曲を示した。一定の度合いで運動の発達が進むことが窺えた。加齢とともに男児の方が女児に比べて能力が高くなった。ボール投げは、右上がりの上方への僅かな湾曲を示し、やや直線傾向を示した。加齢とともに記録が伸び、特に 5 歳前半から 6 歳後半にかけて個人差が確認できた。また、女児に比べて男児の方が発達は顕著であった。両足連続跳び越しは、男児、女児とも右下がりの下方に湾曲を示し、3 歳後半から 5 歳前半では生物学的ばらつきが示された。また、3 歳後半から 5 歳前半にかけて個人差が確認できた。体支持持続時間では、右上がりの下方に湾曲を示していた。幼児の頑張り意識の要因も影響すると考えられるが、加齢とともに個人差が顕著となる。捕球は、男児、女児とも 4 歳後半から 5 歳後半で個人差が顕著であり、ボール投げと同様、捕球能力の発達の特徴が良く理解される。しかし、ボール投げのような運動発達のレベル差は確認できなかった。これらの曲線傾向と平均値 $\pm 0.5SD$, $1.5SD$ の標準偏差ラインの幅から、25m 走、立ち幅跳び、両足連続跳び越しに関しては、3 歳後半から 5 歳前半にかけて発達の特徴が明瞭に示されたといえ、年少から年中にかけて発達傾向が顕著であることが推測される。そして、ボール投げ、捕球については一定した発達傾向が示され、特に、体支持持続時間では年中から年長にかけて顕著な発達傾向が示されたことになる。つまり、25m 走、立ち幅跳び、ボール投げ、両足連続跳び越し、捕球の運動能力の向上は、幼児期の早い時期から多種多様な運動あそびの実践が有効であることが示唆される。それと同時に体支持持続時間の能力である筋持久能力などは、幼児期における筋力の発達に即した実践的な活動が必要であろう。

動作発達は連続的であり、その連続的に発達している能力を幼児期全般にわたって評価することがより有効と考えられる。したがって、本章では 25m 走、立ち幅跳び、ボール投げ、両足連続跳び越し、体支持持続時間、捕球の 6 種目の幼児期全般の評価チャートを作成した。しかし、幼児の運動能力テストを実施する際に、幼稚園・保育所で時間、場所、測定準備等で 6 種目実施することが困難である場合は、従来の知見からも 25m 走、立ち幅跳び、ボール投げの 3 種目で体力の 80%を説明することができると述べられているように、「走、跳、投」の 3 種目の測定で幼児期における体力・運動能力を示す指標となる可能性が示唆され、3 種目の評価チャートの有効性が期待されよう。そして、これまでの年齢帯ごとの平均値評価による評価チャートや各運動能力をそれぞれ得点化し、その総合得点を評価していた評価法では、他の年齢帯における評価と比較することができなかった。本章における評価チャートでは、幼児期における年齢が異なっているにもかかわらず、同時に比較しながら評価が可能となることから、幼児の運動能力発達評価として、従来の評価法に比べてより妥当性が高いと考えられた。

5. 結 論

本章では、運動能力テスト 6 種目(25m 走、立ち幅跳び、ボール投げ、両足連

続跳び越し、体支持持続時間、捕球)に対して、最小二乗近似多項式を幼児の平均運動能力発達現量値に対して適用し、その加齢変化の検討、さらに、各年齢帯の標準偏差に対して最小二乗近似多項式を適用して回帰多項式評価チャートを作成し、幼児の運動能力発達評価の妥当性を検討した結果、以下の知見を得た。

25m 走は男児、女児とも個人差はあるが、男児、女児とも 3 歳後半から 5 歳前半にかけて著しく発達することが確認された。立ち幅跳びは、一定の度合いで運動の発達が進むことが窺えた。加齢とともに男児の方が女児に比べて能力が高くなった。ボール投げは、加齢とともに記録が伸び、特に 5 歳前半から 6 歳後半にかけて個人差が確認された。また、女児に比べて男児の方が発達は顕著であった。両足連続跳び越しは、男児、女児とも 3 歳後半から 5 歳前半にかけて個人差が確認された。体支持持続時間では、加齢とともにかなり個人差が顕著となる。捕球は、男児、女児とも 4 歳後半から 5 歳後半で個人差が顕著であり、ボール投げと同様、捕球能力の発達の特徴が良く理解される。しかし、ボール投げのような運動発達のレベル差は確認できなかった。25m 走、立ち幅跳び、両足連続跳び越しに関しては、3 歳後半から 5 歳前半にかけて発達の特徴が明瞭に示されたといえ、年少から年中にかけて発達傾向が顕著であると推測される。そして、ボール投げ、捕球については一定した発達傾向が示され、特に、体支持持続時間では年中から年長にかけて顕著な発達傾向が示された。

以上の結果より、幼児期に運動あそびを意図的に実践することが基礎的運動の動作習得に大きく寄与するとともに本章で実施された 25m 走・立ち幅跳び・ボール投げは、幼児の体力・運動能力を示す指標となることが示唆された。

したがって、これまでの年齢ごとの評価チャートや各運動能力をそれぞれ得点化し、その総合得点を評価していた評価法では、他の年齢帯における評価と比較することはできなかったが、本章で作成した評価チャートでは幼児期における年齢が異なっても、同時に比較しながら評価が可能となることから、幼児の運動能力発達評価として、従来の評価法に比べてより妥当性が高いと考えられた。

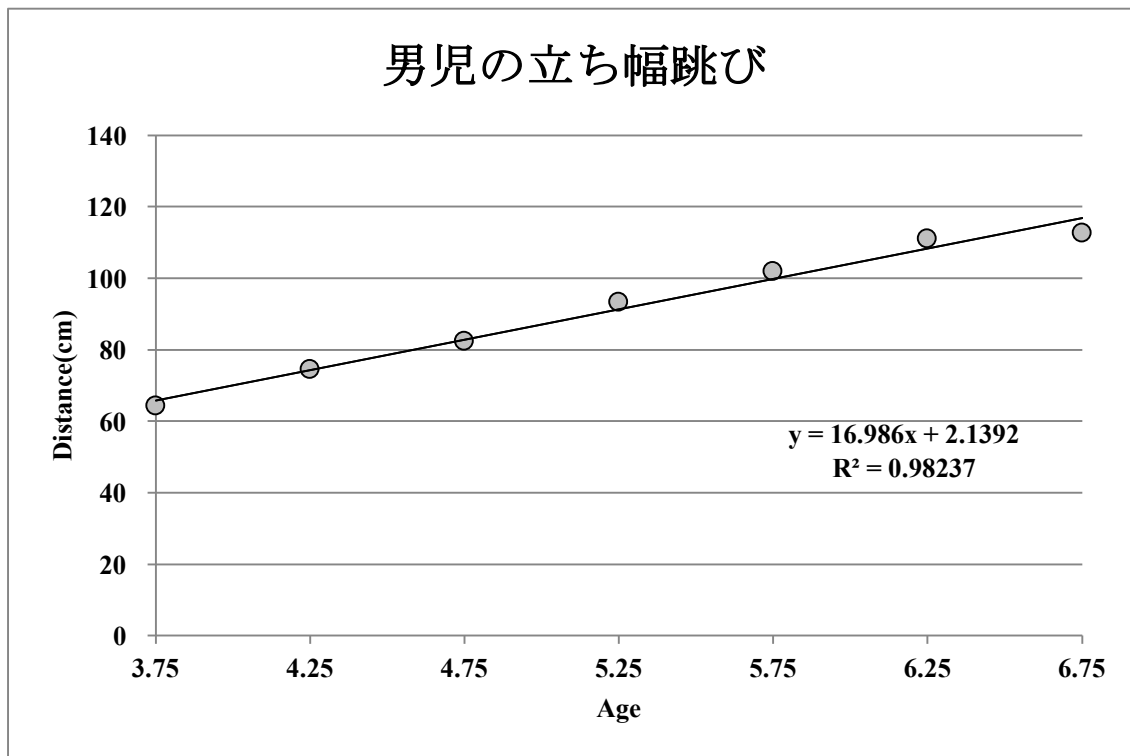


図 1 男児の立ち幅跳びの最小二乗近似多項式（1 次）

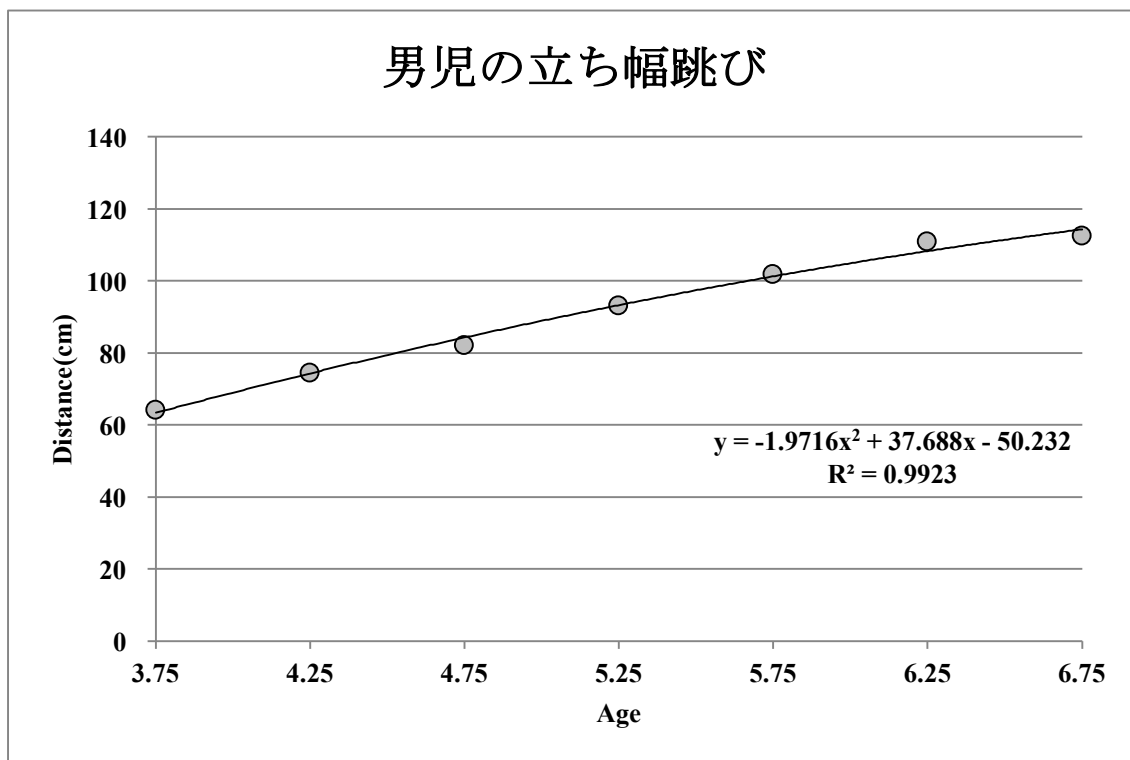


図 2 男児の立ち幅跳びの最小二乗近似多項式（2 次）

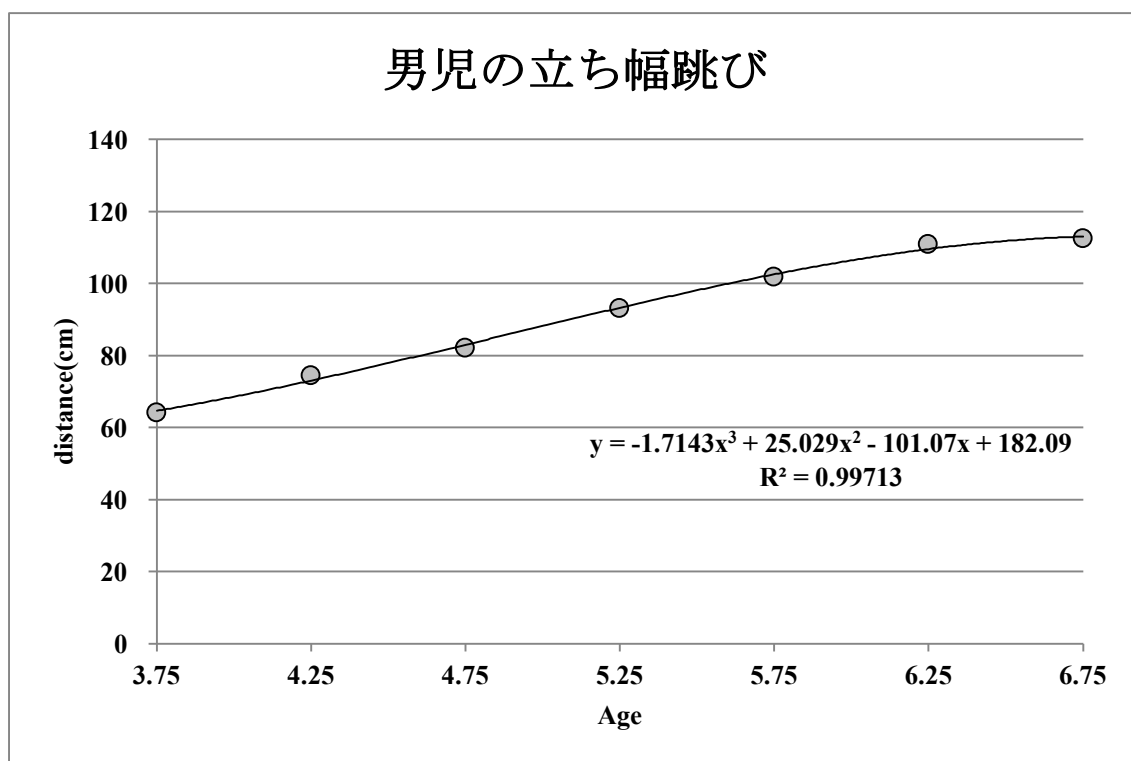


図 3 男児の立ち幅跳びの最小二乗近似多項式 (3 次)

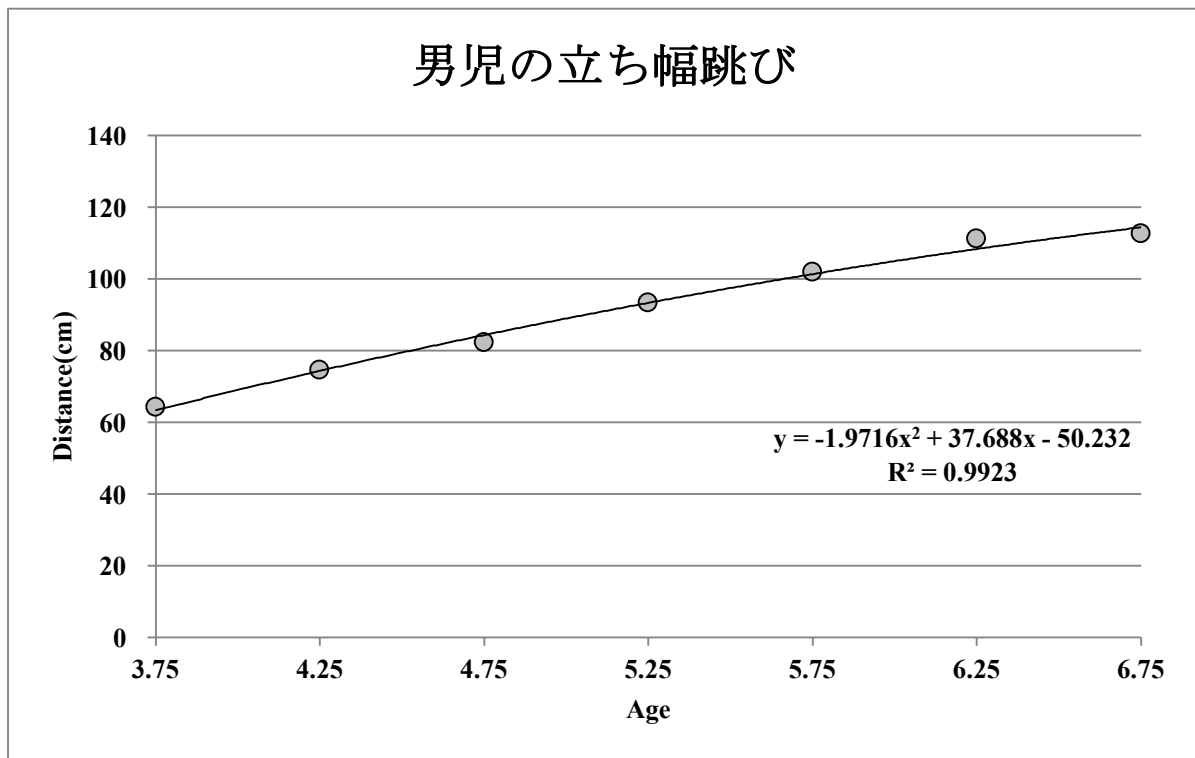


図 4 男児の立ち幅跳びの最小二乗近似多項式（2 次）

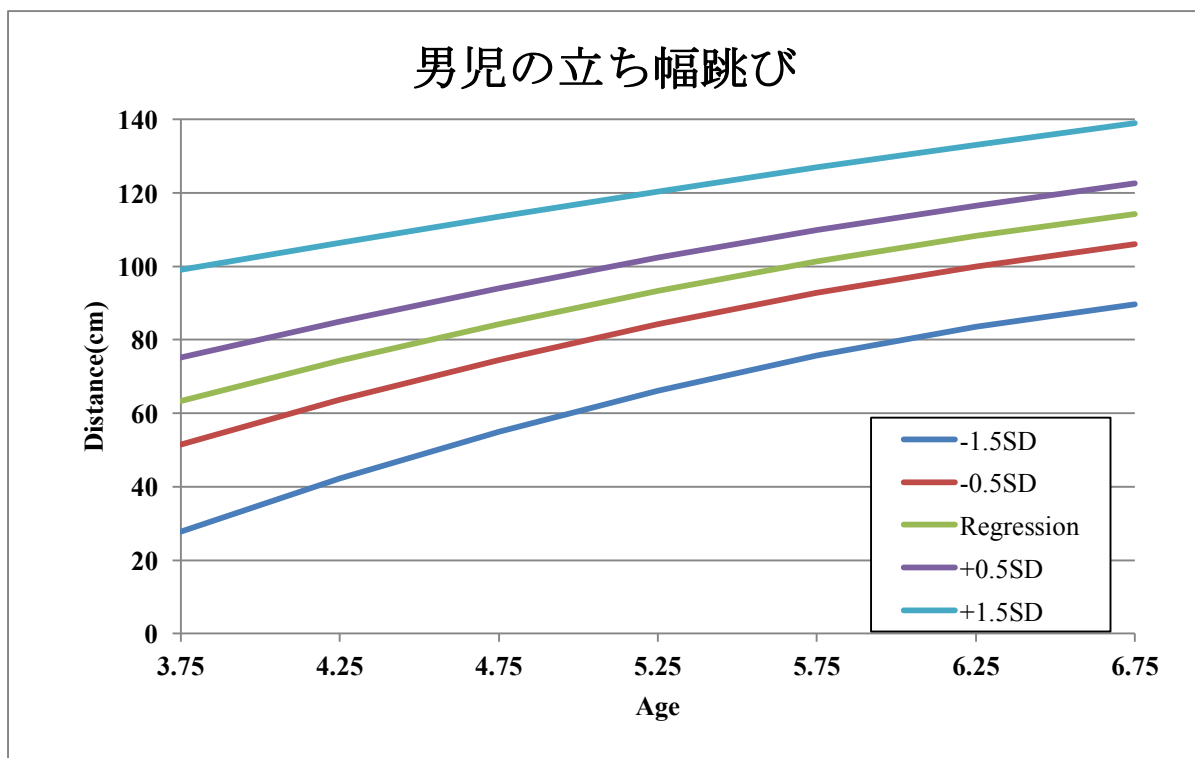


図 5 男児の立ち幅跳びの 2 次多項式回帰評価チャート

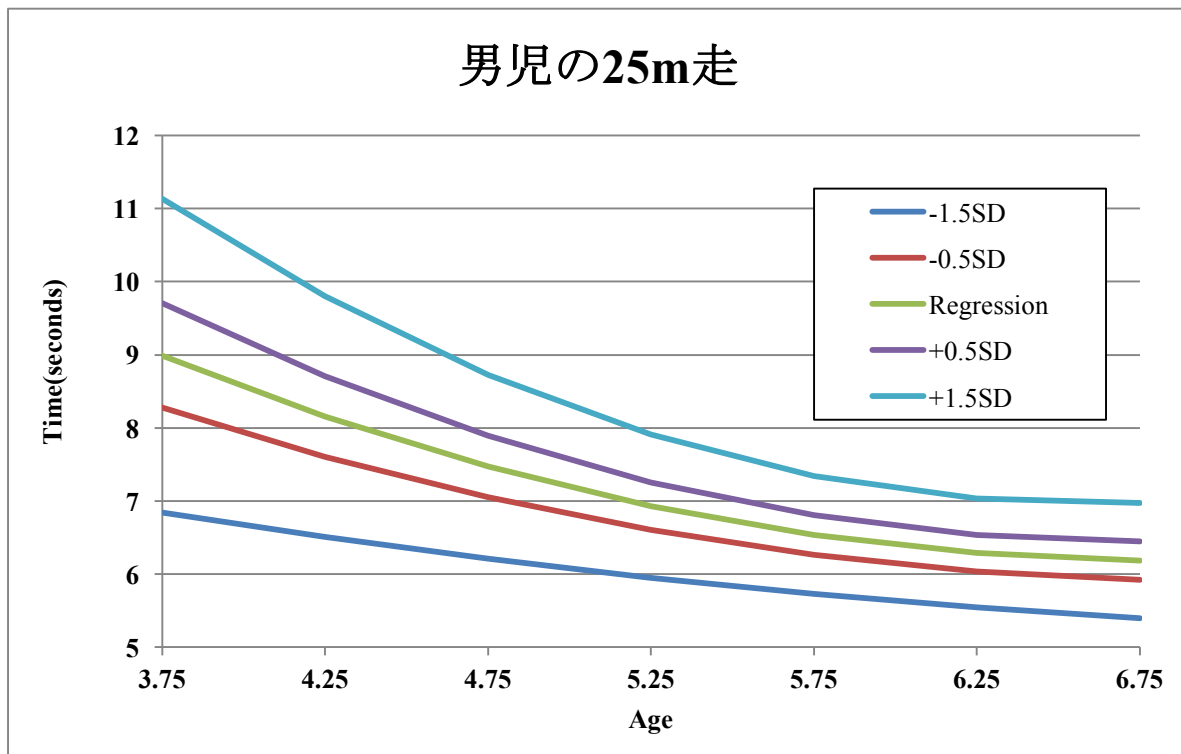


図 6 男児の 25m 走の 2 次多項式回帰評価チャート

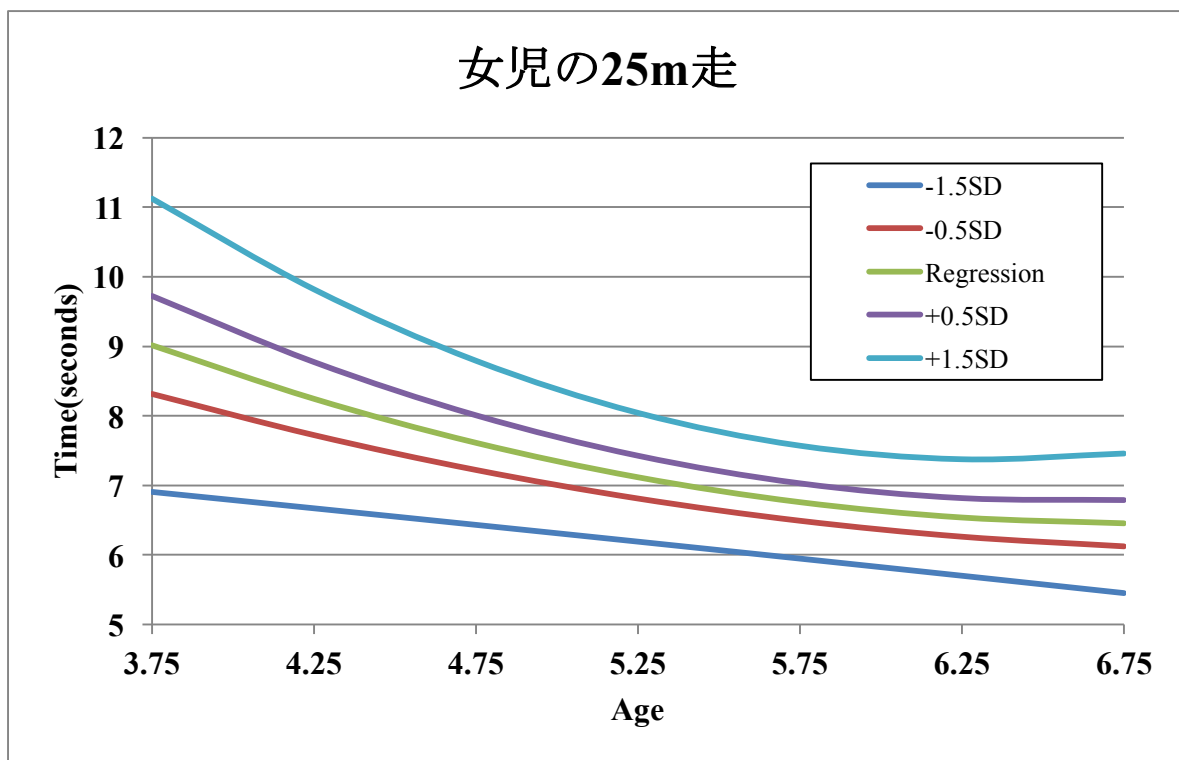


図 7 女児の 25m 走の 2 次多項式回帰評価チャート

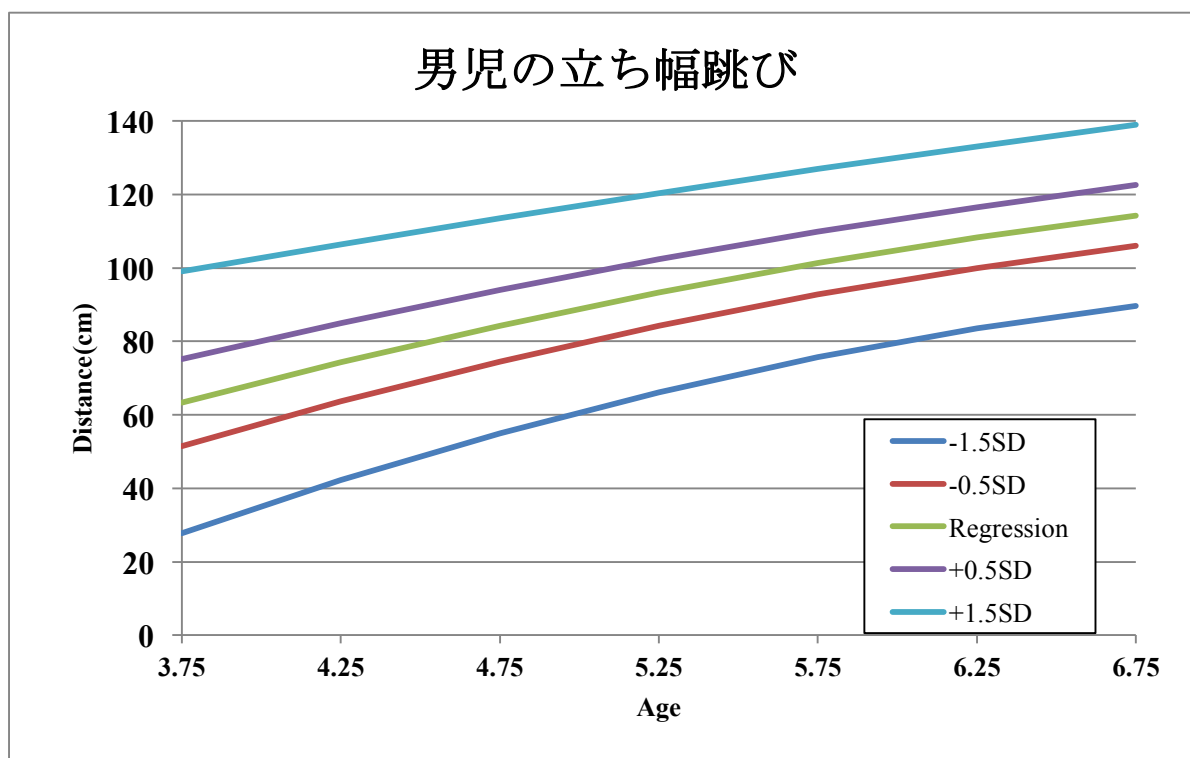


図 8 男児の立ち幅跳びの 2 次多項式回帰評価チャート

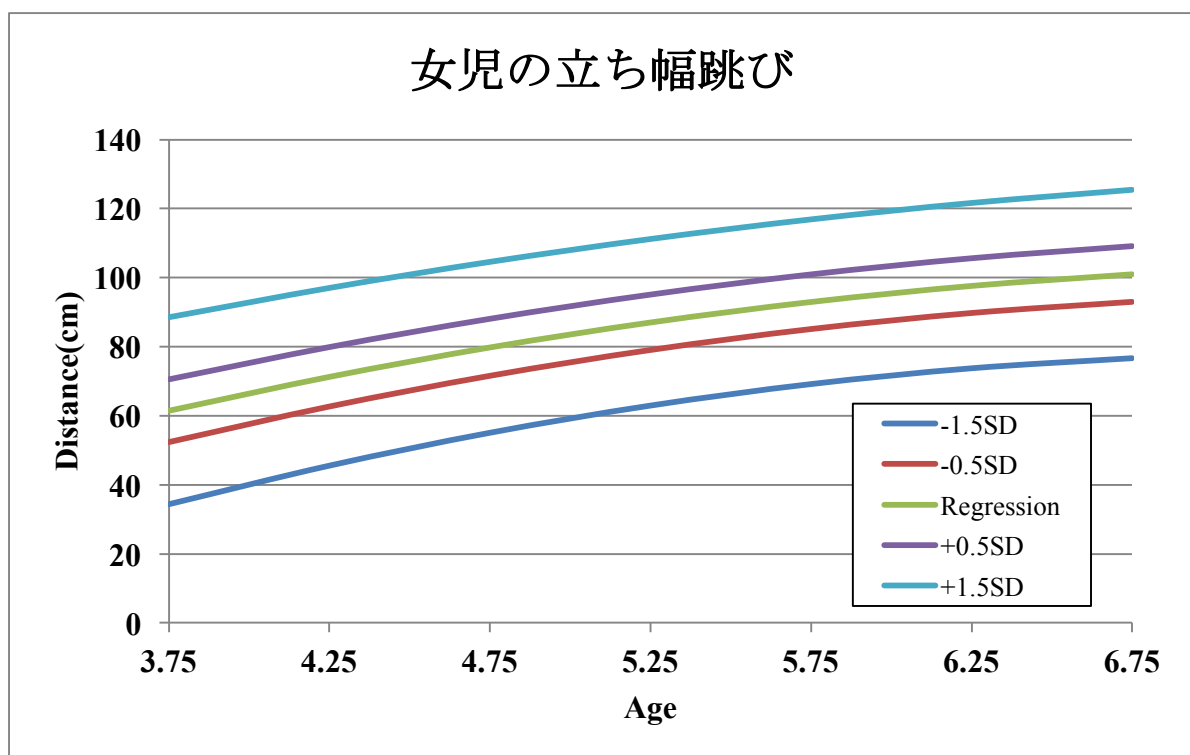


図 9 女児の立ち幅跳びの 2 次多項式回帰評価チャート

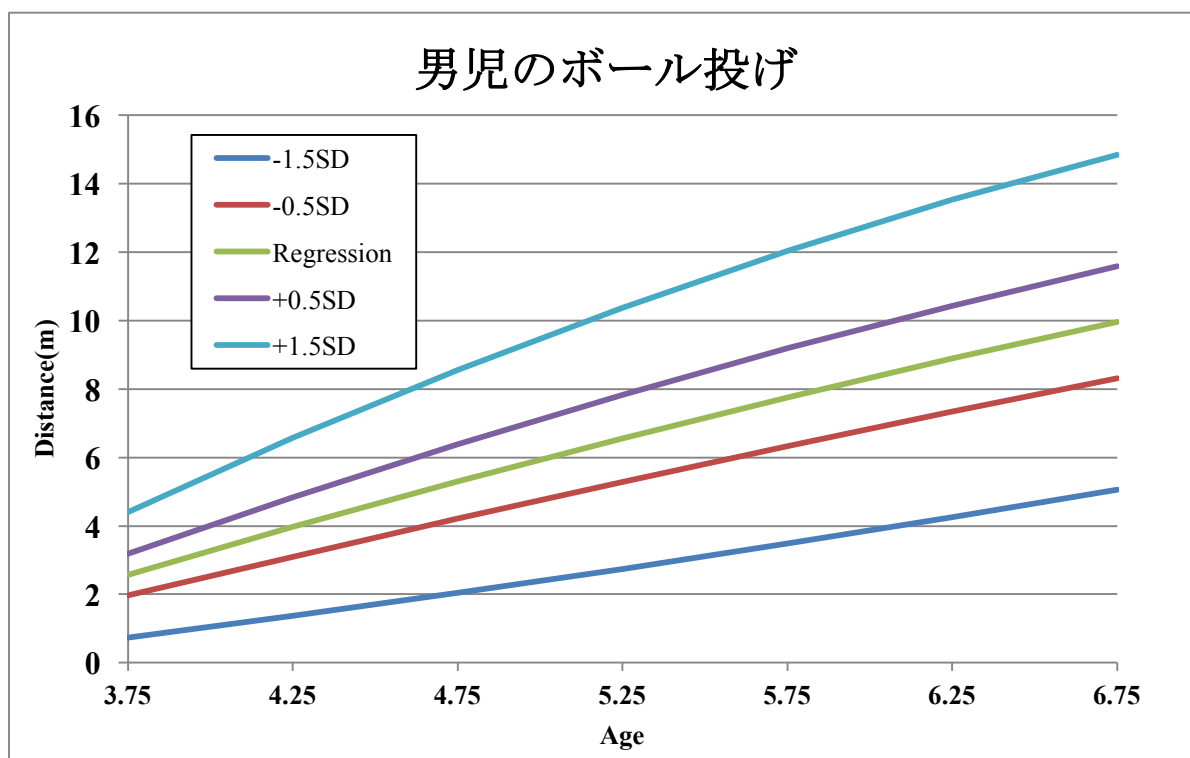


図 10 男児のボール投げの2次多項式回帰評価チャート

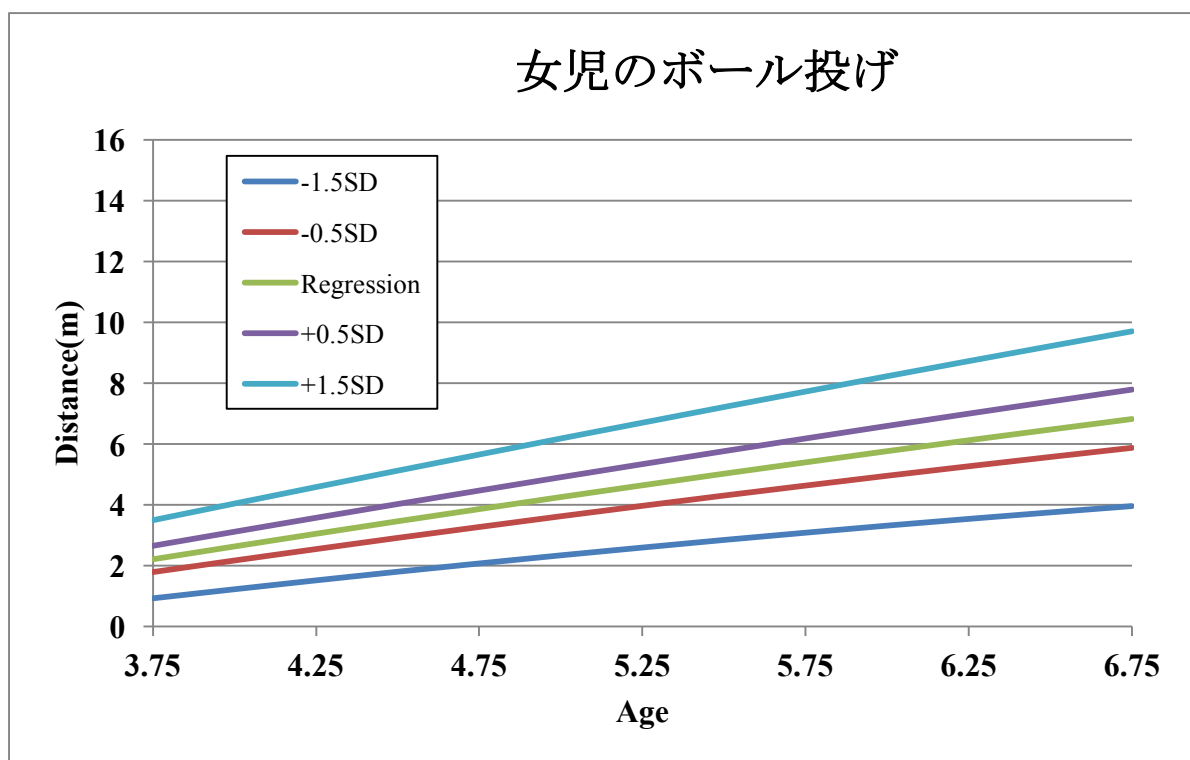


図 11 女児のボール投げの2次多項式回帰評価チャート

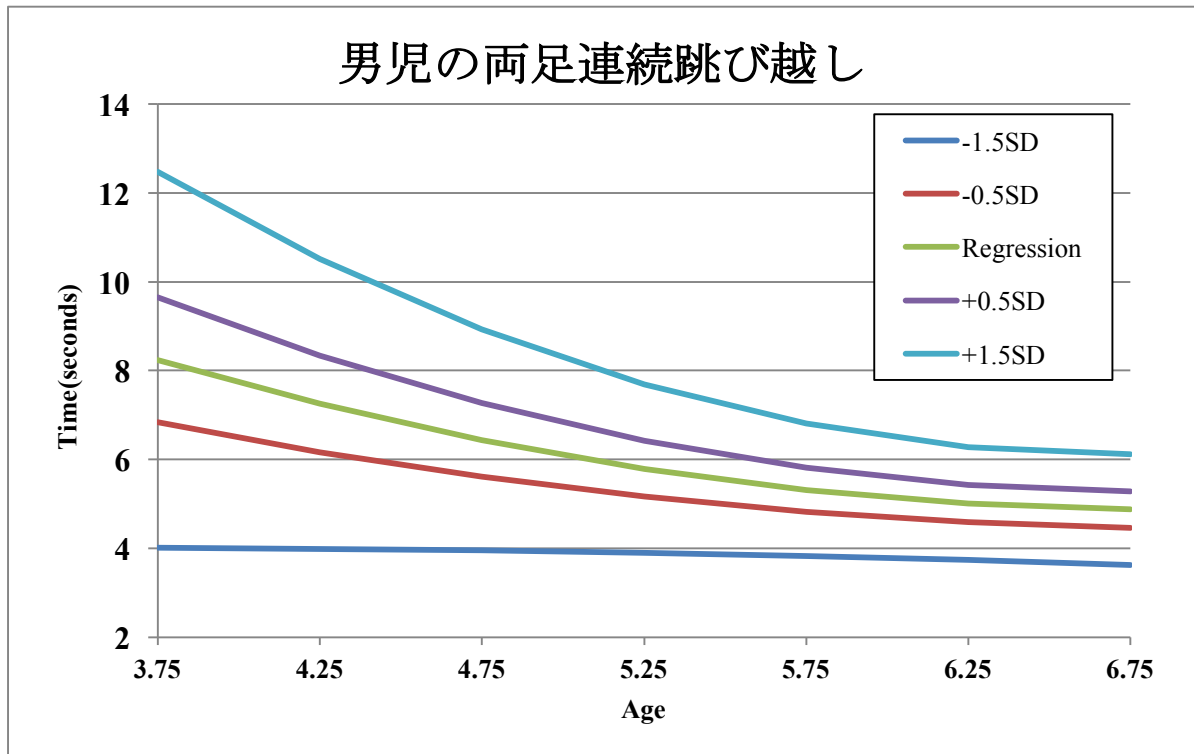


図 12 男児の両足連続跳び越しの 2 次多項式回帰評価チャート

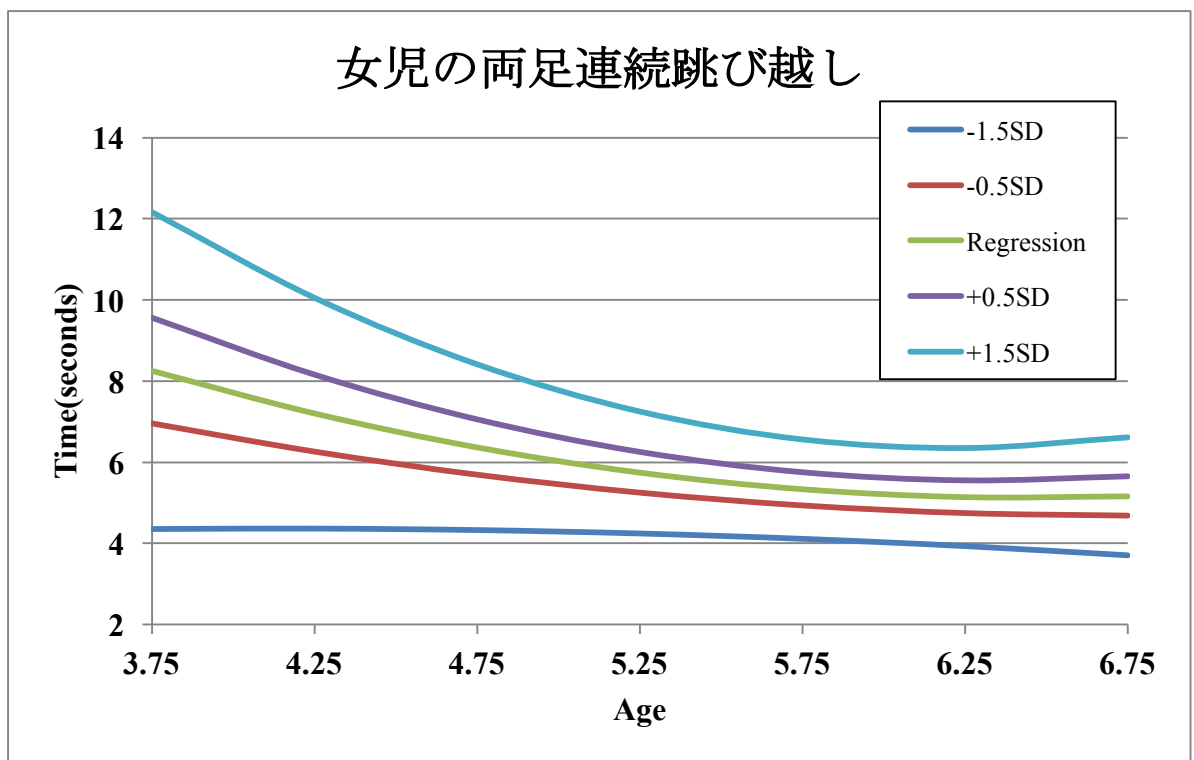


図 13 女児の両足連続跳び越しの 2 次多項式回帰評価チャート

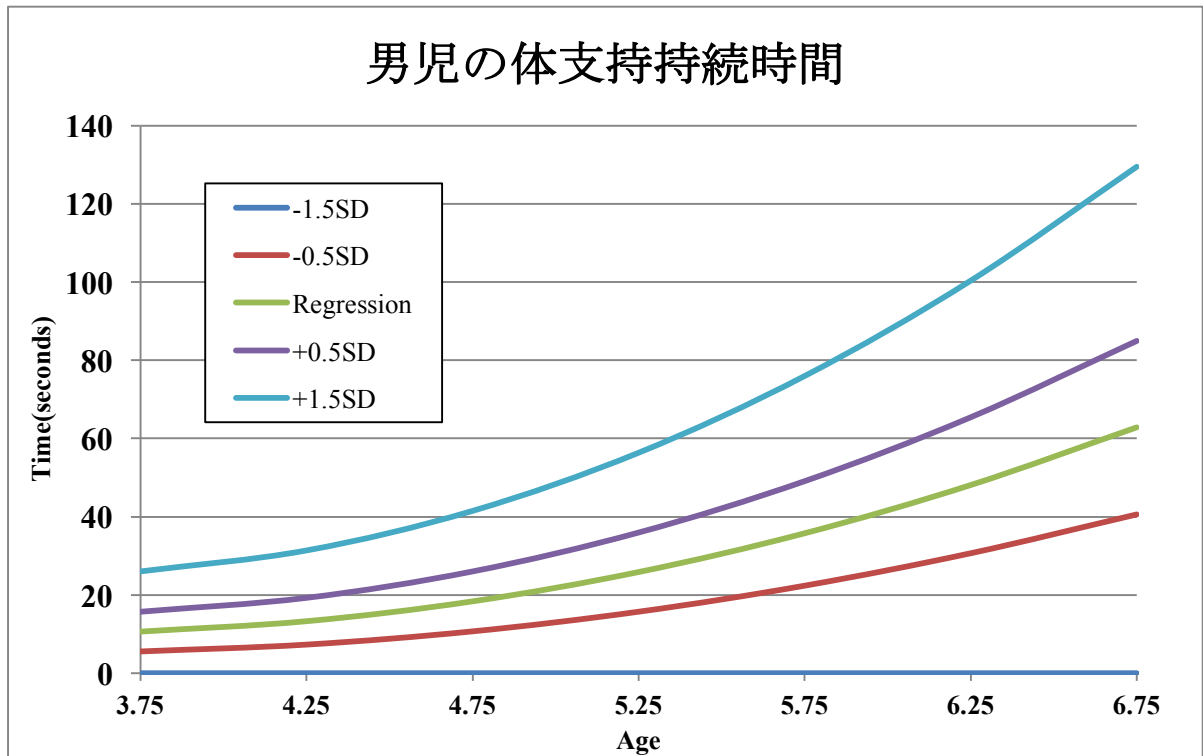


図 14 男児の体支持持続時間の 2 次多項式回帰評価チャート

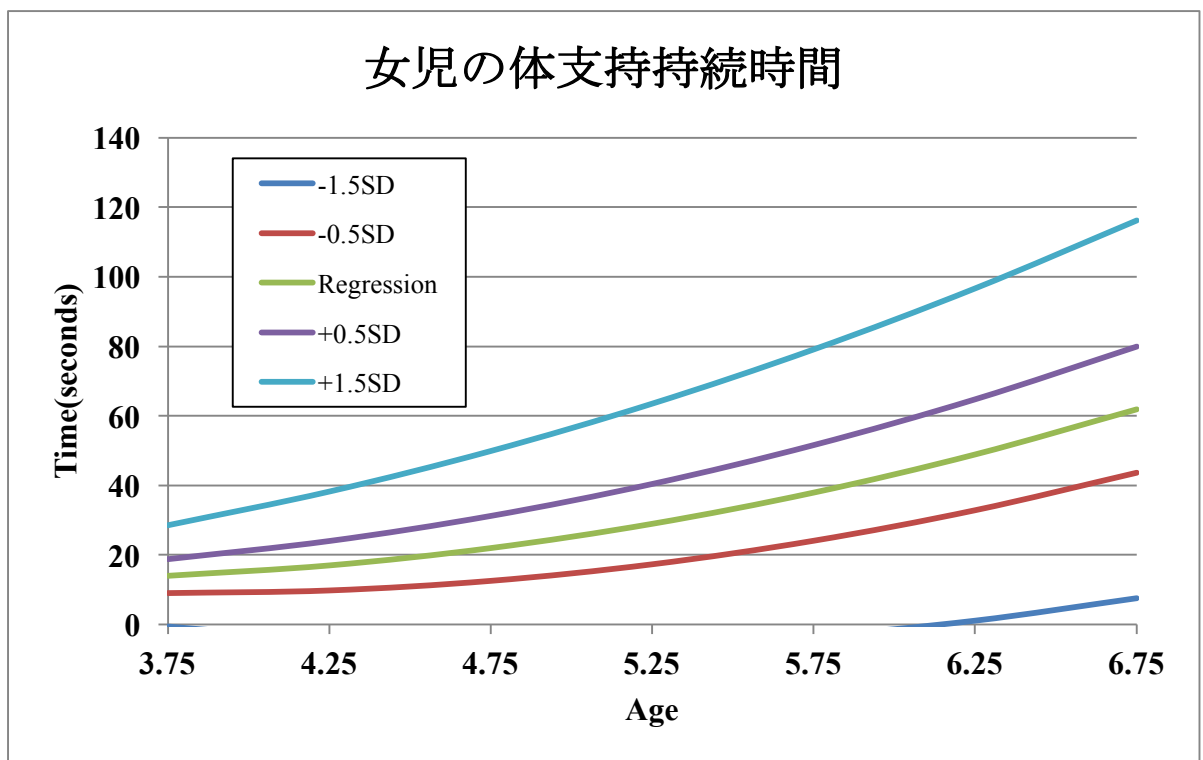


図 15 女児の体支持持続時間の 2 次多項式回帰評価チャート

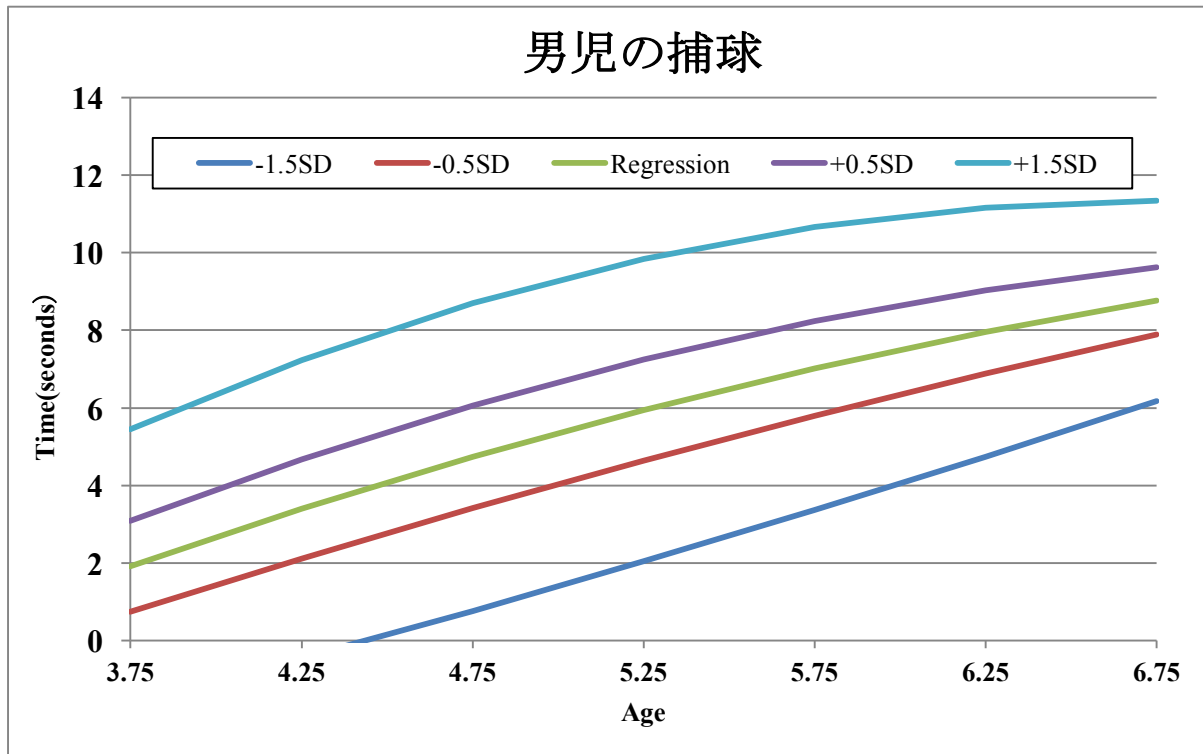


図 16 男児の捕球の 2 次多項式回帰評価チャート

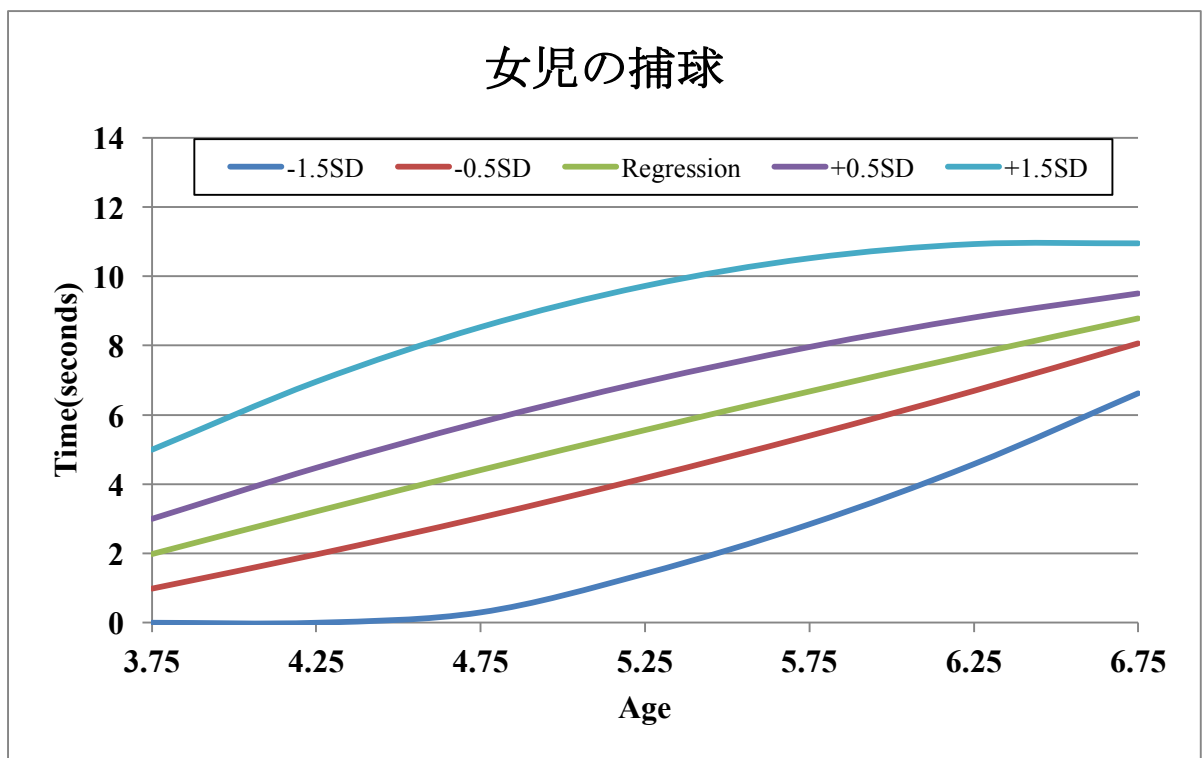


図 17 女児の捕球の 2 次多項式回帰評価チャート

6 章

幼児期における
運動能力，身体活動量，骨密度の関連性

6 章：幼児期における運動能力，身体活動量，骨密度の関連性

1. 本章の目的

近年，日本国では子どもの体力や活動量の低下が問題となっているが Dolloman et al (2005) は，日本国だけではなく多くの他の国でも身体活動量の低下を指摘している。加賀ら (2002) は，成長期の日常生活活動量は，体力・運動能力の持久力，瞬発力，敏捷性に影響することを明らかにした。

身体活動は，健康のために必要不可欠な要素であり，また骨の成長にも影響を及ぼす可能性があるため，身体活動量を向上させることは大変重要と考える。

骨粗鬆症は，低骨量の低下によって引き起こされる全身の骨格の病気である。X 線を用いて骨密度を測定する DXA 法 (Dual Energy X-ray Absorptiometry) は，人間の骨強度を評価するために最も広く使われている。しかし，DXA 法は低量ながら被爆の可能性があることが報告されており (福永ほか，2005)，また設置基準の問題もある。そこで最近では，DXA 法の値と有意な相関があり (串田，2001)，骨密度のスクリーニング法としても評価されている超音波法が広く用いられている。この超音波法は，被爆の危険がないことや短時間で簡便であるなどの特徴があり，保育や学校現場における子どもの測定に有用であると考えられる。

若年者における骨量に関するこれまでの研究において三村ら (2003a：2003b：2003c：2005) は，超音波法による骨密度測定を実施し，骨密度のピーク時期が男子では 17 歳から 18 歳，女子では男子よりも早く 14 歳から 18 歳に見られ，18 歳以降は加齢に伴い値が減少すること，また，17 歳で男児の値が女子の値を上回ることを報告している。さらに，骨密度と運動能力との関連についても三村ら (2003c) は，運動能力上位群の骨密度の方が運動能力下位群に比べて，有意に高い値を示したことを報告している。しかし，幼児期における運動能力や身体活動量，また骨密度の報告は少なく，その関連性についてほとんど検討されていない。

そこで本章は，幼児期における体力・運動能力，身体活動量，骨密度を検証し，その関連性について検討することを目的とした。

2. 方 法

1) 対 象

対象は，3 歳から 6 歳までの幼児 1159 名 (男児 606 名，女児 553 名) とした。事前に研究の趣旨を対象，保護者，幼稚園教諭に説明を行い，同意を得た。

2) 運動能力テスト

運動能力テストは，東京教育大学「現在の筑波大学」体育心理学研究室作成の運動能力検査の改訂版を用いて，25m 走・立ち幅跳び・ボール投げ・両足連続跳び越し・体支持持続時間・捕球の 6 種目で実施し，杉原ら (2004a) が策定した各種目の得られた値と各半年の年齢区分表から 1 から 5 点と点数化し，6 種目の総合得点を A から E の 5 段階で判定し運動能力の総合評価とした。

3) 身体活動量測定

身体活動量は、スズケン社製の生活習慣記録装置 Lifecoder を用いて測定した。身体活動量は、歩数、運動量、総消費量を記録した。Lifecoder の使用方法は、対象や保護者、幼稚園教諭に説明を行った。対象は、右腰部に装着しベルトを用いて Lifecoder を固定し、入浴、睡眠時の時を除いて 24 時間一週間連続して装着するようにした。対象の両親や幼稚園教諭は、起床時、昼食時、就寝時に Lifecoder の値を専用の用紙に記入し正常に記録していることを確認し、生活行動様式を記入した。

4) 骨密度測定

骨密度の測定は、小児用超音波骨密度測定装置 (CM-100 ; 古野電気社製) を用いて右足踵骨を通過する音速 (speed of sound : 以下 SOS) を測定し、骨密度の指標とした。足長に応じて踵骨の中心位置に見合った測定板を使用した。

5) 統計処理

統計処理は、形態、体力・運動能力、身体活動量、骨密度の性別、年齢の二元配置分散分析を行った。その際に主効果及び交互作用が認められた場合は、その後分散分析を実施した。体力・運動能力、身体活動量、骨密度の関連性は t 検定を実施した。得られた値は、全て平均±標準偏差で示した。すべての統計処理は、SPSS ver19.0 を用い、有意水準は危険率 5%未満を有意とした。

3. 結 果

1) 身体的特徴

対象の身体的特徴を表 1 に示した。身長、体重、足長は、男児、女児とも加齢とともに高い値を示した。BMI は、変化を示さなかった。男児の身長は、女児と比べ 6.5 歳を除いて高い値を示し、4.5 歳、5.0 歳、5.5 歳、6.0 歳で有意に高い値を示した。男児の体重は、女児と比べて 4.5 歳と 6.0 歳で有意に高い値を示し、男児の足長は女児と比べて 4.5 歳と 5.0 歳で有意に高い値を示した。

2) 身体活動量 (歩数・運動量・総消費量)

身体活動量を表 2 に示した。男児の身体活動量は、歩数・運動量・総消費量において女児と比べて高い値を示した。また、歩数は 4.0 歳から 6.0 歳まで、運動量は 4.0 歳以降、総消費量は、全ての年齢において男児の方が女児に比べて有意に高い値を示した。

3) 運動能力テスト結果

運動能力テストの経年変化と性差は、図 1 に示した。25m 走は、男児、女児とも 6.0 歳と 6.5 歳の間を除いて加齢とともに有意に低い値を示した。男児は、女児に比べて全ての年齢において低い値を示し、特に 4.5 歳以降、有意な差が認め

られた。立ち幅跳びは、加齢とともに記録が向上し、男児は 4.5 歳から 6.0 歳まで女児が 5.0 歳から 6.0 歳まで有意に高い値を示した。性差は、25m 走と同様の傾向を示した。ボール投げは、男児、女児とも加齢とともに記録の向上が確認され、男児、女児とも 4.5 歳から 6.0 歳まで有意な差が認められた。性差は、4.0 歳以降で男児が女児に比べて有意に高かった。両足連続跳び越しは、男児、女児とも 6.0 歳と 6.5 歳の間を除いて加齢とともに有意に低い値を示した。性差は、ほとんど確認できなかった。体支持持続時間は、男児が 5.0 歳以降、女児が 5.5 歳以降で有意に高い値を示した。一方 4.5 歳のみ、女児が男児と比べて有意に高い値を示した。捕球は、男児、女児とも加齢とともに高い値を示し、特に男児が 4.5 歳から 6.0 歳まで女児が 5.0 歳から 6.0 歳まで有意に高い値を示した。性差は 6.0 歳のみ、男児が女児に比べて有意に高い値を示した。

4) 骨密度測定

図 2 は、加齢に伴う男児、女児の骨密度の変化を示した。男児の SOS は、5.5 歳と 6.0 歳を除いて女児の SOS より高い値を示した。性差及び年齢差は、統計的に有意な差が認められなかった。

5) 運動能力と身体活動量（歩数・運動量）の関連性

図 3 は、運動能力別（上位群、中位群、下位群）に身体活動量を比較したものである。男児の運動能力上位群の歩数は、最も高い値を示し、次いで中位群、下位群であり、上位群は、中位群、下位群と比べて有意に高い値を示した。また、男児の運動能力上位群の運動量は、最も高い値を示し、次いで中位群、下位群であり、上位群は、中位群、下位群と比べて有意に高い値を示した。

6) 運動能力と骨密度の関連性

図 4 は、運動能力別（上位群、中位群、下位群）に骨密度を比較した。運動能力の上位群の SOS は、最も高い値を示し、次いで中位群、下位群であり、特に男児で上位群は下位群と比べて有意に高い値を示した。

7) 骨密度と身体活動量（歩数・運動量）の関連性

図 5 は、骨密度の上位群、下位群と運動量（歩数・運動量）の比較を示した。男児、女児ともに上位群と下位群で統計的に差は認められなかった。

4. 考 察

本章は、幼児期における運動能力、身体活動量、骨密度の関連性を検討することを目的とした。

25m 走、立ち幅跳び、ボール投げは、体支持持続時間、捕球より早期に有意に発達することを示した。男児は女児と比べて、25m 走は 4.5 歳以降、立ち幅跳びは 4.5 歳以降、ボール投げは 4.0 歳以降で有意に高い値を示した。

男児の身体活動量は、歩数・運動量・総消費量において女児と比べて高い値を

示した。この違いは、6歳から10歳までの小学生期を対象とした研究でも同様の傾向を示している（三村ほか，2003a）。生活行動様式によると，男児は休み時間戸外あそびが多く，女児は室内あそびが多い傾向を示した。Nyberg et al (2009) は，子どもの身体活動量の低下は，6歳以前から始まっていると報告している。また，表3のように，平日の身体活動量は休日と比べて高い傾向を示した。この結果は，休日の身体活動量の減少が，幼児期からすでに始まっていることが示唆された。Butcher・Eaton (1989) は，幼児期の身体活動量と体力・運動能力は有意に高い相関関係があることを報告している。三村ら (2004) は，6歳から18歳までを対象とした研究で，体力・運動能力の上位群は，中位群，下位群より有意に高い値を示すことを報告している。本章においても運動能力上位群の身体活動量（歩数・運動量）は，男児，女児ともに高い値を示し，特に男児の運動能力の上位群は，中位群，下位群と比べて有意に高い値を示した。運動能力及び身体活動量と骨格形成（骨密度）の関連から，運動能力の向上は，幼児期の早い段階から走る，跳ぶ，投げる，つかむなどの様々な運動形態の獲得に繋がる「運動あそびの実践」が有効であると考えられた。また，運動能力上位群の骨密度は全般的に高値を示し，特に男児の運動能力の上位群は下位群と比べて有意に高値であることが明らかとなった。このことは，幼児期における身体活動量が，運動能力の向上だけでなく骨格形成（骨密度）に影響を及ぼす可能性を示唆するものであり，幼児期からの適切な運動習慣が，一生涯を通して健康で過ごすことに関係すると考えられる（三村ほか，2012）。

5. 結 論

本章は，幼児期における運動能力，身体活動量，骨密度の関連性について検討した。運動能力上位群の身体活動量（歩数・運動量）は，男児，女児ともに高い値を示し，特に男児の運動能力の上位群は，中位群，下位群と比べて有意に高い値を示した。運動能力及び身体活動量と骨格形成（骨密度）の関連から，運動能力の向上は，幼児期の早い段階から走る，跳ぶ，投げる，つかむなどの様々な運動形態の獲得に繋がる「運動あそびの実践」が有効であると考えられる。また，運動能力上位群の骨密度は全般的に高値を示し，特に男児の運動能力の上位群は下位群と比べて有意に高値であることが明らかになった。このことは，幼児期における身体活動量が，運動能力の向上だけでなく骨格形成（骨密度）に影響を及ぼす可能性を示唆するものであり，幼児期からの適切な運動習慣が，一生涯を通して健康で過ごすことに関係すると考えられる。

表 1 身体的特徴

	age	n	Height (cm)			Weight (kg)			BMI (kg/cm ²)			Foot length (cm)		
			mean	SD		mean	SD		mean	SD		mean	SD	
Boys	3.5	10	99.2	± 3.9	A	15.7	± 1.8	A	16.0	± 1.0	A	15.4	± 0.6	A
	4.0	19	102.7	± 3.5	B	16.5	± 2.2	AB	15.5	± 1.5	A	15.6	± 0.6	A
	4.5	79	104.8	± 4.0	C **	17.2	± 1.7	B *	15.6	± 1.0	A	16.3	± 0.7	B *
	5.0	125	107.4	± 4.2	D *	18.0	± 2.3	C	15.5	± 1.3	A	16.6	± 0.8	C ***
	5.5	159	110.8	± 4.5	E **	19.1	± 4.1	D	15.5	± 3.5	A	16.9	± 0.8	C
	6.0	161	114.2	± 4.3	F **	20.3	± 2.9	E **	15.5	± 1.6	A	17.3	± 0.9	D
	6.5	53	115.4	± 4.2	F	20.8	± 6.6	F	15.6	± 5.2	A	17.3	± 0.8	D
Girls	3.5	11	96.7	± 3.0	a	15.1	± 1.3	a	16.2	± 0.8	a	15.1	± 0.2	a
	4.0	21	101.8	± 4.3	a	16.2	± 1.7	a	15.6	± 1.2	a	15.6	± 0.7	a
	4.5	84	103.0	± 3.5	b	16.2	± 1.7	b	15.2	± 1.2	a	15.7	± 0.6	a
	5.0	136	106.9	± 4.0	c	17.3	± 2.2	c	15.1	± 1.2	a	16.1	± 0.9	b
	5.5	129	109.3	± 6.1	d	18.4	± 2.6	d	15.6	± 3.9	a	16.6	± 0.8	c
	6.0	128	112.8	± 4.0	e	19.4	± 2.5	e	15.2	± 1.3	a	16.9	± 0.9	d
	6.5	44	115.9	± 4.7	f	20.7	± 3.4	f	15.4	± 1.8	a	17.6	± 1.1	e

Significantly difference in age: different alphabet

Significantly difference in gender: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

表 2 身体活動量（歩数・運動量・総消費量）

	age	Step count (step)				Amount of exercise (kcal)				Overall consumption (kcal)			
		mean	±	S.D.		mean	±	S.D.		mean	±	S.D.	
Boys	3.5	11671.2	±	4883.5	A	86.3	±	44.9	A	1158.2	±	97.5	A **
	4.0	13221.0	±	3268.5	A **	103.3	±	31.1	A *	1246.8	±	57.9	B ***
	4.5	14106.7	±	4787.8	B ***	125.5	±	52.6	B ***	1296.4	±	90.6	C ***
	5.0	13718.7	±	4616.2	B ***	136.1	±	58.0	B ***	1372.2	±	125.0	D ***
	5.5	13885.2	±	4543.0	B ***	133.7	±	63.4	B ***	1377.9	±	149.5	D ***
	6.0	13624.2	±	4380.0	B *	147.6	±	57.7	C ***	1460.9	±	130.8	E ***
	6.5	15090.8	±	4991.9	B	166.3	±	61.4	C *	1475.8	±	89.9	E ***
Girls	3.5	9968.9	±	2190.6	a	65.1	±	19.8	a	1086.2	±	56.7	a
	4.0	12022.2	±	3332.9	b	92.8	±	31.5	b	1171.6	±	72.1	b
	4.5	11114.8	±	3652.1	a	89.3	±	33.1	b	1155.2	±	54.7	b
	5.0	10995.8	±	3567.9	a	96.2	±	38.9	bc	1204.4	±	97.0	c
	5.5	10635.0	±	4039.8	a	102.3	±	49.2	c	1252.8	±	108.6	d
	6.0	12603.4	±	4477.1	c	123.5	±	55.2	c	1285.8	±	121.1	e
	6.5	12976.1	±	3689.8	c	137.2	±	47.8	c	1342.8	±	118.6	f

Significantly difference in age: different alphabet

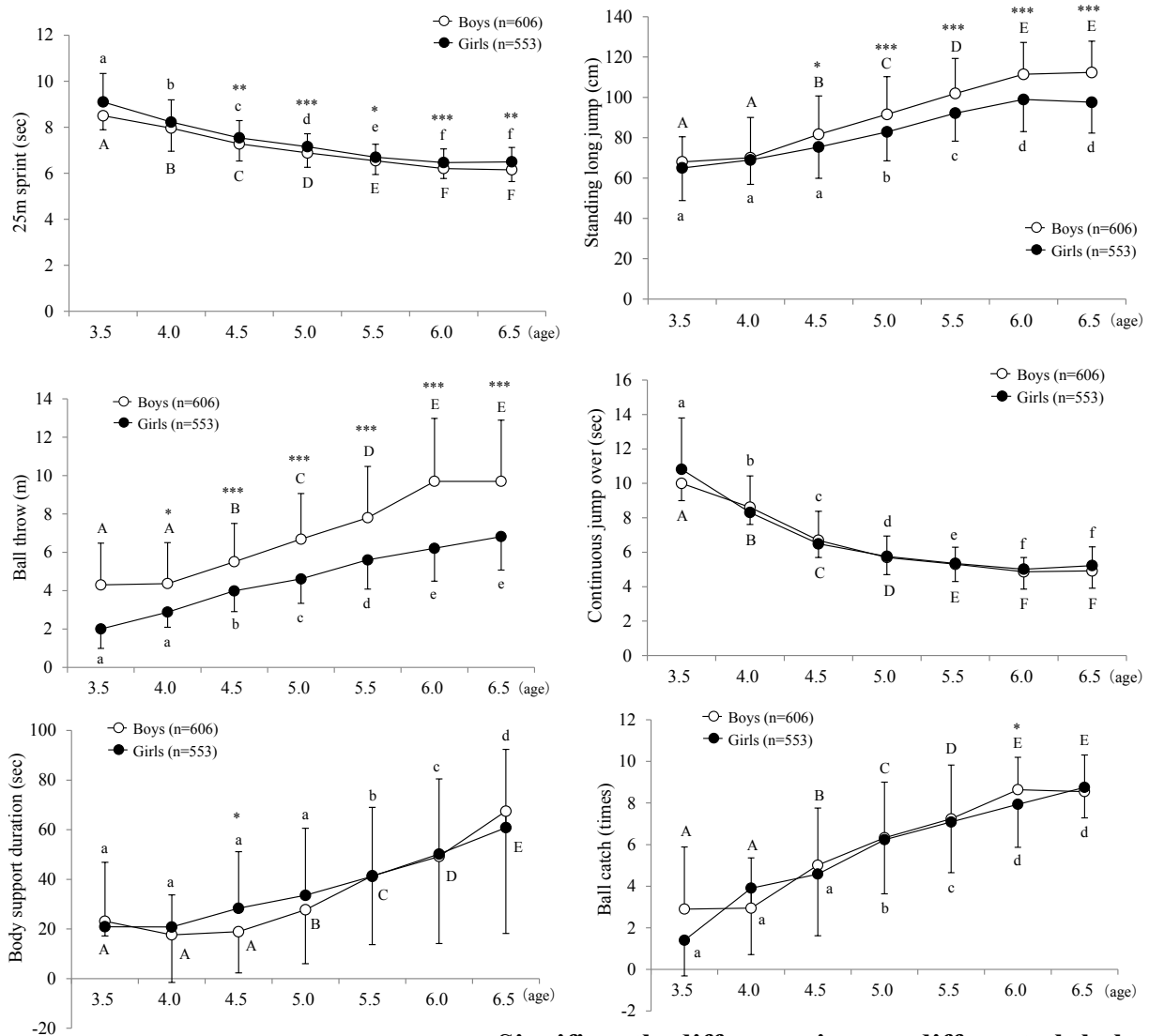
Significantly difference in gender: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

表 3 平日と休日の身体活動量（歩数・運動量・総消費量）の比較

	age	Step conut (step)			Amount of exercise (kcal)				Oveall consumption (kcal)					
		mean	±	S.D.	mean	±	S.D.	mean	±	S.D.				
Boys	Weekdays	3.5	11807.4	±	5156.4	A	88.4	±	47.6	A	1158.6	±	99.6	A
		4.0	13566.8	±	3054.3	A	107.0	±	29.0	A	1252.5	±	57.1	B
		4.5	14765.8	±	4694.8	B *	132.2	±	52.9	B	1302.6	±	91.7	C
		5.0	14613.7	±	4338.6	B ***	145.9	±	54.7	B ***	1382.5	±	127.8	D
		5.5	14411.1	±	4418.7	B *	140.1	±	61.8	B	1384.9	±	150.8	D
		6.0	14992.6	±	3767.3	B ***	165.2	±	51.8	C ***	1481.2	±	127.0	E **
		6.5	15174.1	±	3500.3	B	166.4	±	47.6	C	1477.4	±	80.7	E
	Weekends	3.5	11353.3	±	4617.5	A	81.2	±	41.6	A	1157.2	±	101.6	A
		4.0	12377.9	±	3654.6	A	94.3	±	34.6	A	1233.1	±	58.2	B
		4.5	12416.0	±	4704.9	A	108.2	±	49.0	B	1280.4	±	87.6	C
		5.0	11455.8	±	4559.8	A	111.2	±	59.2	B	1346.2	±	114.6	D
		5.5	12538.4	±	4633.3	A	117.4	±	65.1	C	1360.0	±	146.5	D
		6.0	10130.2	±	3893.2	A	102.9	±	47.1	ABC	1409.2	±	127.1	E
		6.5	14882.6	±	7924.2	B	166.0	±	91.4	D	1471.8	±	116.1	F
Girls	Weekdays	3.5	10197.5	±	2989.6	a	69.1	±	26.2	a	1087.0	±	69.1	a
		4.0	12635.6	±	2983.7	b **	97.7	±	29.7	b *	1178.7	±	69.7	b
		4.5	11682.3	±	3635.9	a *	95.0	±	33.6	b **	1162.1	±	52.9	b *
		5.0	11619.9	±	3457.8	a ***	102.4	±	38.1	b ***	1211.3	±	98.6	c
		5.5	11267.7	±	3960.7	a **	109.7	±	50.4	c **	1263.6	±	109.1	d
		6.0	13795.4	±	4175.1	c ***	137.4	±	53.1	c ***	1300.6	±	119.1	e **
		6.5	13411.6	±	3751.0	c	143.4	±	51.9	c	1351.9	±	124.5	f
	Weekends	3.5	9877.4	±	1869.7	a	63.5	±	17.1	a	1084.3	±	52.9	a
		4.0	10522.8	±	3694.5	a	80.8	±	33.1	b	1154.1	±	75.8	b
		4.5	9696.2	±	3344.0	a	75.2	±	27.6	a	1138.0	±	56.3	b
		5.0	9441.9	±	3389.6	a	80.8	±	36.7	a	1187.4	±	91.6	c
		5.5	9109.1	±	3869.8	a	84.5	±	41.7	a	1226.8	±	104.6	d
		6.0	9643.3	±	3799.9	a	89.0	±	44.5	c	1249.2	±	119.3	d
		6.5	11887.3	±	3474.1	b	121.7	±	32.8	c	1320.1	±	104.9	e

Significantly difference in age: different alphabet

Significantly difference in gender: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$



Significantly difference in age: different alphabet
 Significantly difference in gender: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

図1 運動能力テストの経年変化と性差

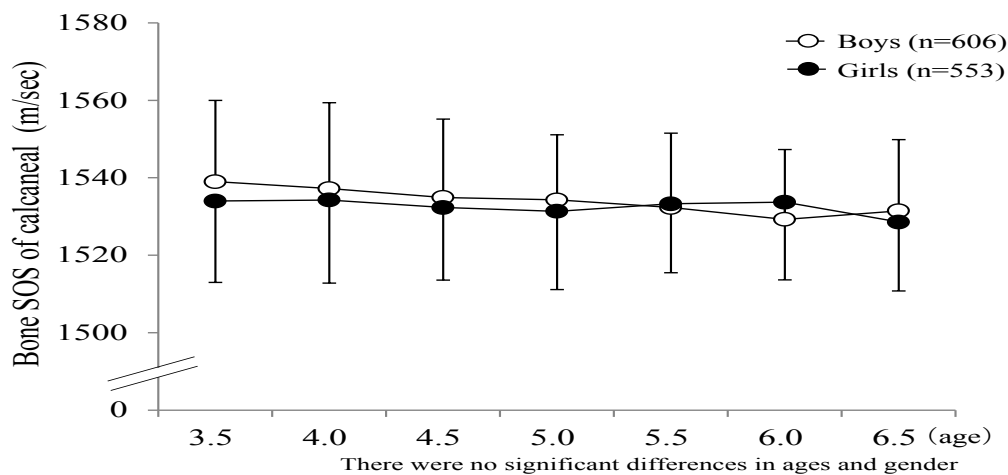


図2 男児と女児の骨密度の変化

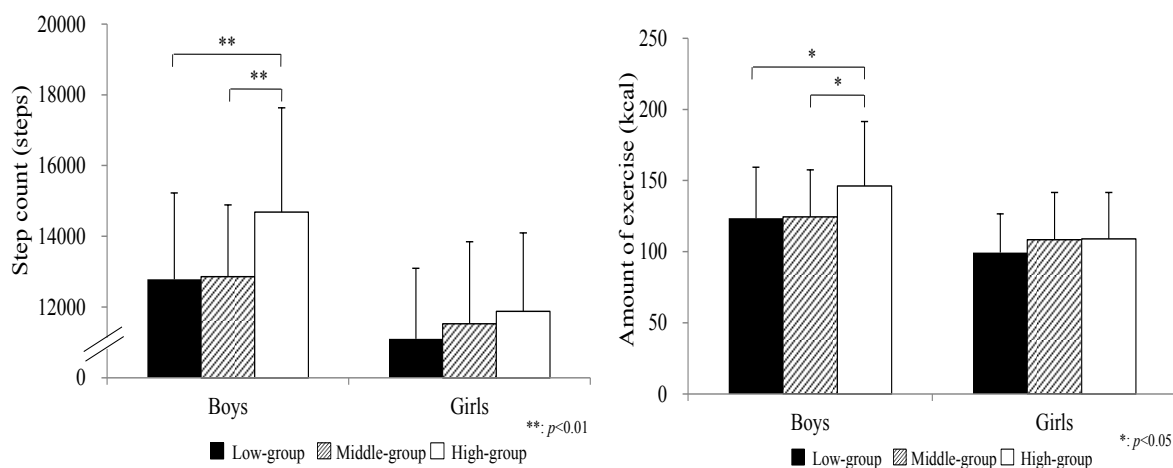


図3 運動能力別（上位群，中位群，下位群）の身体活動量の比較

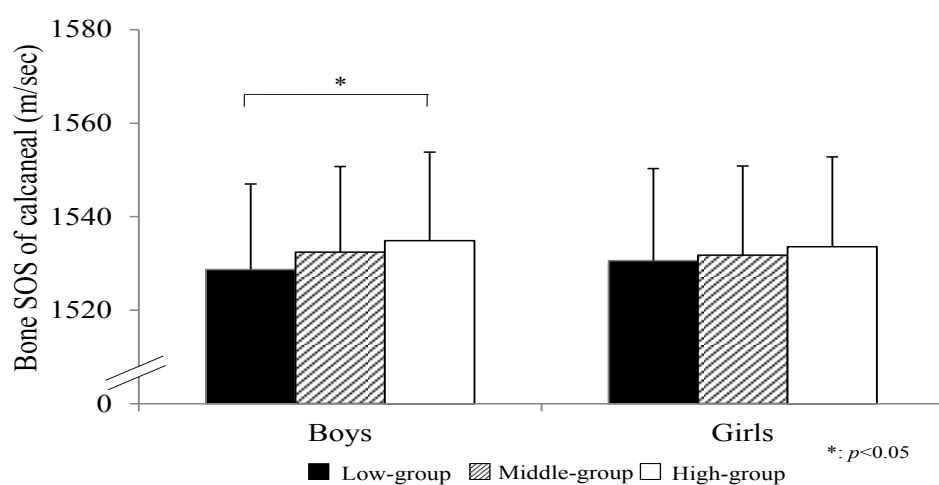


図4 運動能力別（上位群，中位群，下位群）の骨密度の比較

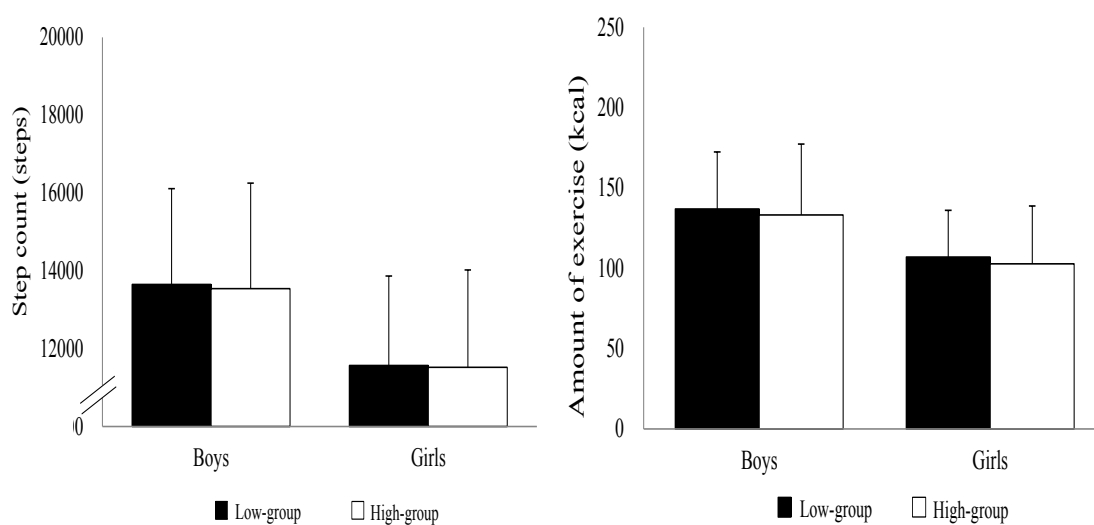


図5 骨密度と身体活動量（歩数・運動量）

7 章

幼児の運動能力向上に関する提言

7章：幼児の運動能力向上に関する提言

1. 「幼児期運動指針」の確認（文部科学省幼児期運動指針策定委員会，2012 より抜粋）。

文部科学省で 2007（平成 19）年度から 2009（平成 19）年度に実施した「体力向上の基礎を培うための幼児期における実践活動の在り方に関する調査研究」においても，体を動かす機会の減少傾向が窺える結果であった。これらは，幼児期からの多様な動きの獲得や，体力・運動能力低下に影響を及ぼす可能性から幼児期運動指針を作成した。

幼児期における運動の意義として，以下を上げている。

- 1) 体力・運動能力の向上
- 2) 健康的な体の育成
- 3) 意欲的な心の育成
- 4) 社会適応力の発達
- 5) 認知的能力の発達

2. 各年齢帯における幼児期の運動の在り方（文部科学省幼児期運動指針策定委員会，2012 より抜粋）。

幼児期は，生涯にわたって必要な多くの運動の基となる多様な動きを幅広く獲得する非常に大切な時期とし，動きの獲得には，「動きの多様化」と「動きの洗練化」の 2 つの方向性があることを述べている。幼児の発達は，必ずしも一様ではないため，1 人 1 人の発達の実情を捉えることに留意する必要があることを記述し，幼稚園，保育所などに限らず，家庭や地域での活動も含めた 1 日の生活全体の身体活動を合わせて，幼児が様々なあそびを中心に，毎日，合計 60 分以上，楽しく体を動かすことが望ましいと提唱している。

1) 3 歳から 4 歳ごろ

基本的な動きが未熟な初期の段階から，日常生活や体を使ったあそびの経験をもとに，次第に動き方が上手にできるようになっていく時期である。

2) 4 歳から 5 歳ごろ

友達と一緒に運動することに楽しさを見だし，また環境との関わり方や遊び方を工夫しながら，多くの動きを経験するようになる。特に全身のバランスをとる能力が発達し，身近にある用具を使って操作するような動きも上手になっていく。

3) 5 歳から 6 歳ごろ

無駄な動きや力みなどの過剰な動きが少なくなり，動き方が上手になっていく時期である。

幼児期は発達が著しいが，同じ年齢であってもその成長は個人差が大きいため，

一人一人の発達に応じた援助をすること。また、友達と一緒に楽しくあそぶ中で多様な動きを経験できるよう、幼児が自発的に体を動かしたくなる環境の構成を工夫すること。幼児の動きに合わせて保育者が必要に応じて手を添えたり見守ったりして安全を確保するとともに、固定遊具や用具などの安全な使い方や、周辺の状況に気付かせるなど、安全に対する配慮をすること。体を動かすことが幼稚園や保育所などでの一過性のものとならないように、家庭や地域にも情報を発信し、ともに育てる姿勢を持てるようにすることを提言している。

3. 幼児の運動能力向上への提言

生涯発達の観点からみれば、人は死ぬまで発達するという立場を藤井ら（2008）は強調している。「幼児期運動指針」に示されたように生涯を通して健康で豊かなライフスタイルを実現するためにも幼児期から健全な生活基盤を整え、活力ある身体発達のための運動刺激が極めて重要である。しかし、本研究でも述べてきた通り、現代の子どもの体力は、低下傾向を示しており、幼児期においてもあそびが偏り、体力がある子どもとそうでない子どもの二極化が進み、結果的に、運動スキルの獲得に大きな差が生じる可能性がある（前橋ほか，2008）。また、近年の子どもの運動不足・運動離れが問題視されており（杉原ほか，1999）日常生活の中で十分な運動量を確保できずに成長する子どもが増加しているといえる。

1日の運動・スポーツの実施時間が長いほど体力水準が高いという関係は8歳ごろから明確になり、その後、79歳に至るまで「30分以上」行う群と「30分未満」しか行わない群との間に明確な差があることが認められ、1日の運動・スポーツ実施時間は、生涯にわたって体力を高い水準に保つための重要な要因の1つと報告されている（文部科学省スポーツ少年局，2010）。つまり、体力については運動・スポーツの実施頻度に大きな影響があると考えられるため、家庭、学校、地域が連携して運動・スポーツ実施頻度を向上させるための取り組みを行うことが重要であろう。

幼児の体力・運動能力調査について30年前の幼児と比較し、投能力は、現在の幼児が大きく低下しているが、走・跳能力は成熟度の関係もあり現在の幼児が低下しているとはいえないとする報告や、「走・跳・投」も含めた運動能力の全てが低下していると報告（飯島ほか，2004；神家ほか，2005；文部科学省スポーツ青少年局，2002；玉川，2004）されるなど、運動能力の個々について一致した見解には至っていないのが現状である。しかし、幼児期の運動能力が全般的に低下していることについての異論はないといえる。運動能力の低下は、単に身体的な能力低下という範疇にとどまらず、精神的な「やる気」「元気」「意識」「判断力」「粘り強さ」などにも大きく影響されることから、総合的な人間力である「生きる力」への影響も心配されている。また、生活習慣と関連が深いと考えられる子どもの肥満について、小学校高学年から肥満児は非肥満児に比べて敏捷性、柔軟性、瞬発力などが劣り、1日の活動量が少なく不活発であること、幼児期の肥満児と非肥満児には体力・運動能力に差がないことが報告されている（松本ほか，1993；岡田ほか，1999）。さらに、2008年度の文部科学省運動能力調査報告から

も8歳頃までの運動習慣が生涯にわたる生活の質に重要な影響を及ぼす可能性が高いことを示唆している。これらのことから、生活習慣が運動能力に直接的な関係を有さない幼児期に、適切な運動習慣を獲得することは、小学校期の活動的な生活習慣に繋がり、健全な身体の発育・発達の観点からも大変重要と考えられる。

運動指導を行うにあたっては、学年が低いほど運動習慣を獲得しやすく有効であることから（文部科学省スポーツ青少年局，2010），小学低学年期，またはそれ以前の幼児期での運動習慣獲得のための指導が大切と考えられる。このことは、「幼児期運動指針」でも明確に示されている。

幼児の運動能力の向上を図る具体的な提言にあたり，まず様々な運動ができる環境作りが重要な前提条件となる。安全に伸び伸びと多種多様な運動に親しむことができる環境での運動経験は，小学校体育での器械運動，陸上運動，水泳，ボール運動，表現運動，体づくり運動を楽しく実践できるための基礎を育み，将来の活動的で健康な生活に結び付くと考ええる。

運動発達に関する本研究結果から，25m 走や立ち幅跳びの動作獲得の伸び率が3歳から4歳で高くなっていたことから，走・跳に関する運動能力の向上には，幼児期の早い段階から「運動あそび」や「スポーツ」でこれらの要素を含む運動指導を提言する。また，ボール投げ，両足連続跳び越し，捕球の動作の獲得は，4歳から5歳以降で有意に記録の向上が認められたことから，調整力に関する能力は，幼児期でも比較的，後半期に伸び率のピークが現れると考えられた。調整力に関する運動能力の向上には，まずは走・跳の基礎的な運動を十分に習得し，その習得過程や習得後に運動構造が複雑な動作の習得に取り組むことを提言する。また，運動能力の個人差や運動発達の適時性を考慮し，能力向上を図る指導を行うことが重要といえる。これまでの運動指導実践の経験から，体格は大きくても運動が苦手な幼児や，年齢に応じた運動発達が不十分な幼児を多く確認してきた。幼児期の早い段階から，走る，跳ぶ，投げる，つかむといった様々な運動の基本動作を楽しく実践・習得することが運動能力の向上，そして心身の健全・育成に極めて有効であるとの実感もある。

本研究のテーマである「幼児期における体格・運動能力の発育・発達評価」は，単に幼児の年齢を指標とした運動指導では十分とはいえず，1人1人の体格や運動能力を発育・発達の視点から捉えた運動指導の重要性を示したものである。運動発達論的な視点から，研究成果を活用した運動指導実践と，運動指導実践での課題を研究的に明らかにすることを繰り返し，幼児の運動能力を向上させる運動プログラムの完成を目指したいと考える。本研究の成果と，成果を基礎とする運動指導実践が，幼児の健やかな発育・発達に貢献できることを願う。

文 献

穂丸武臣, 野中壽子, 花井忠征, 村瀬智彦, 藤井勝紀 (2002): 報告書 I : 愛知県における幼児の体格・運動能力発達に関する 30 年間の推移とその問題(子育ての支援のために), 子どもの身体発達問題研究会, 愛知, 1-51.

穂丸武臣 (2003): 幼児の体格・運動能力の 30 年間の推移とその問題, 子どもと発育発達, 1(2): 128-132.

青柳領, 松浦義行 (1982): 幼児の運動能力構造について, 体育学研究, 26, 291-303.

Butcher J. E., and W. O. Eaton (1989): Gross and fine motor proficiency in pre-schoolers: relationships with free play behavior and activity level. *J. Hum. Stud.* 16, 27-36.

Dollman, J., Norton, K. and Norton, L. (2005): Evidence for secular trends in children's physical activity behavior, *Br J Sports Med*, 39, 892-897.

藤井勝紀 (2002): 身体発育現象としての mid-growth spurt の検証, 体育学研究, 47: 347-359.

藤井勝紀, 穂丸武臣, 花井忠征, 村瀬智彦, 酒井俊郎 (2005): Polynomial による幼児の体格と運動能力の経年的変化に関する検討—男子に関する解析—, 東海保健体育科学, 27: 9-20.

藤井勝紀 (2006a): 発育・発達への科学的アプローチ—発育・発達と健康の身体情報科学—, 三恵社.

藤井勝紀, 穂丸武臣, 花井忠征, 酒井俊郎 (2006b): 幼児の体格・運動能力の発育・発達における年次変化に関する検証—身体成熟度から見たアプローチ—, 体力科学, Vol.55, 489-502.

藤井勝紀編著, 石垣享, 正美智子, 斎藤由美 (2008): 生涯発達の健康科学—生涯にわたる健康への科学的探求—, 杏林書院. 東京.

Katsunori Fujii, Tae-Seop Park, Dong-Jun Lee, Eun-Jung Kim, Jun-Dong Kim (2011): Relation Construction between Fatty-Slim Rate and Physical Fitness in South Korean Young Children, *The Korean Journal of Growth and Development*, 19(2), 103-109.

藤井勝紀, 田中望, 金俊東 (2012a): 韓国幼児における体格および運動能力の加齢変化構図 - 最小二乗近似多項式適用による解析 -, 日本生理人類学会誌, 17(2),

57-65.

藤井勝紀，正美智子，穂丸武臣，花井忠征（2012b）：幼児のインピーダンス法と標準身長体重曲線による肥瘦度判定の比較とその妥当性，教育医学，57(4) 323 - 331.

福永仁夫，曾根照喜（2005）：骨密度の測定，日本内科学会雑誌，94(4)，64-68.

飯島純夫（2004）：生活習慣の変化と体力低下，保健の科学，46(3)，209-212.

伊藤善也，奥野晃正，村上優利香，内山聖，岡田知雄，坂本元子，梁茂雄，衣笠昭彦，喜田嘉一，大関武彦，本田恵，村田光範（1996）肥満度判定のための幼児標準身長体重曲線，小児保健研究，55 (6)，752-756.

伊藤善也，上田修（2000）幼児肥満の判定基準と身長体重曲線，肥満研究，6 (1)，80-81.

加賀勝，平田和子，高橋香代，清野佳紀（2002）：成長期における日常生活活動量の体力・運動能力に及ぼす影響. 日本小児科学会雑誌，Vol.106 No.5, pp.655-664.

神家一成，斎藤和哉，紫牟田慶徳，安藤康俊（2005）：学校における子どもの体力の向上のための方策，初等教育資料，32-41.

春日晃章（2009）：幼児期における体力差の縦断的推移：3年間の追跡データに基づいて，発育発達学研究，41,17-27.

岸本肇，馬場桂一郎（1978）：児童の運動機能の発達に関する一考察，体育學研究,23(2),141-151.

近藤充夫，松田岩男，杉原隆（1987a）：幼児の運動能力(1)-1986年の全国調査結果から-体育の科学，37,551-554.

近藤充夫，松田岩男，杉原隆（1987b）：幼児の運動能力(2)-1986年と1973年の調査との比較-体育の科学，37,624-628.

串田一博（2001）：QUSの保険適用と適正使用－骨粗鬆症の診断と治療への使用－，Osteoporosis Japan，9(1)，57.

前橋明，田中光，米谷光弘，星永，本保恭子，生形直也，浅川和美，佐野裕子，原田健次，松原敬子，石井浩子，松尾瑞穂，泉秀生（2007）：幼児体育－理論と

実践－〔初級〕，日本幼児体育学会認定幼児体育指導員養成テキスト，大学教育出版，20-22.

前橋明，米谷光弘，田中光，原田健次，本保恭子，生形直也，浅川和美，奥富庸一，伊藤華野，田中芳美，片岡正幸，佐野裕子，森博史，金成在，李貞淑，李進熙（2008）：幼児体育－理論と実践－〔中級〕，日本幼児体育学会認定幼児体育指導員養成テキスト，大学教育出版，28-38.

松田岩男，近藤充夫（1965）：幼児の運動能力検査に関する研究，東京教育大学体育学部紀要，第5巻，23～35.

松本依子，青木邦男（1993）：幼児の運動能力に影響を及ぼす要因，日本家政学会誌，44(6)，439-449.

松浦義行，中村栄太郎（1977）：基礎運動能力の発達に関する研究－4～8歳の男児について－，体育学研究，21(5)，293-303.

文部科学省スポーツ青少年局参事官体力づくり担当（2002）：子どもの体力・運動能力の現状，文部科学時報，20-23.

文部科学省スポーツ青少年局(2010)：平成21年度体力・運動能力測定報告書.

文部科学省(2011)：体力向上の基礎を培うための幼児期における実践活動の在り方に関する調査研究/子どもの体力向上，文部科学省ホームページ http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/youjiki/index.htm（閲覧用）

文部科学省スポーツ青少年局（2011）：平成22年度体力・運動能力測定報告書.

文部科学省スポーツ青少年局（2012）：平成23年度体力・運動能力調査報告書.

文部科学省幼児期運動指針策定委員会（2012）：幼児期運動指針.
http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/undousisin/1319771.htm

Minel, K.（金子明友訳）（1981）：マイネル・スポーツ運動学，大修館書店，297-315.

三村寛一，中塚喜義，山本威久，新井竜雄，森井浩世（2003a）：3種類の超音波骨密度測定装置を用いた小学校児童における骨密度の比較-CM-100，AOS-100，UBIS3000を用いて-，第4回日本骨粗鬆症学会誌，11，53-56.

三村寛一，山本威久，中塚喜義，楊鴻生，新井竜雄，森井浩世（2003b）：超音波

による小児の骨量測定. *CLINICAL CALCIUM*, 13(12), 43-48.

三村寛一, 中塚喜義, 山本威久, 新井竜雄, 森井浩世 (2003c) : 若年齢層における骨密度の経年変化と形態および運動能力との関係. *Osteoporosis Japan*, 11(3), 45-48.

Mimura K., Tetsuguchi M., Yamamoto T., Nakatsuka K., You K., and Morii H.: Gender- and Age- Related Changes of Quantitative Ultrasound Measurement in the Japanese Young People Population (2004), *Osteoporosis Japan*, 12(4), 103-109.

三村寛一, 鉄口宗弘, 山本威久, 中塚喜義, 楊鴻生, 新井竜雄, 森井浩世 (2005) : 超音波法による発育期における子どもの骨密度の経年変化, 第6回日本骨粗鬆症学会誌, 子どもの骨折予防委員会報告 13(2), 166-169.

三村寛一, 安部恵子, 辻本健彦, 北野裕大, 織田恵輔, 原寛(2008) : 幼児期における運動能力に関する一考察, 大阪教育大学紀要, IV,教育科学,56,2,199-207.

三村寛一, 田中光, 三村達也, 鉄口宗弘 (2012) : 幼少期における骨密度・生活習慣・運動能力の関連, 教育医学, 57(4), 294-302.

森司朗, 杉原隆, 吉田伊津美, 筒井清次郎, 鈴木康弘, 中本浩揮, 近藤充夫(2010) : 2008年の全国調査からみた幼児の運動能力, 体育の科学, 60(1), 56-66.

中村栄太郎, 松浦義行 (1979) : 4～8歳の幼児・児童の基礎運動能力の発達に関する研究, 体育学研究, 24(2), 127-135.

西嶋尚彦 (2002) : 青少年の体力低下傾向, 体育の科学, 52(1), 4-14.

Nyberg A. G., Nordenfelt M. A., Ekelund U., and Marcus C (2009): Physical Activity Patterns Measured by Accelerometry in 6- to 10-yr-old Children, *Med. Sci. Sports Exerc*, 2009, 41(10) 1842-1848.

岡田敏榮, 丸山敦夫, 美坂幸治, 日高正八郎, 長野芳幸 (1999) : 発育期における児童生徒の身体活動量と骨密度に関する研究, マツダ財団研究報告書, 12, 15-22.

境田雅章, 藤井勝紀, 穂丸武臣, 花井忠征, 酒井俊郎 (2007) : 幼児の身体組成および骨密度(SOS 値)の加齢変化と身体組成間の関係. 発育発達研究, 35: 1-9.

桜井伸二, 宮下充正(1982) : 子どもにみられるオーバーハンド投げの発

達,Japanese Journal of Sports Sciences,1-2,152-156.

杉原一昭 (1999) : 何が子どもを変えたか,体育の科学, 49, 4-8.

杉原隆, 松田岩男, 近藤充夫(1987a) : 幼児の運動能力(3)-各種目の分布と幼稚園・保育所の比較-,体育の科学.37,698-701.

杉原隆, 松田岩男, 近藤充夫(1987b) : 幼児の運動能力(4)-園環境からの分析-,体育の科学.37.790-793.

杉原隆, 森司朗, 吉田伊津美(2004a) : 幼児の運動能力発達の年次推移と運動能力発達に關与する環境要因の構造分析.平成 14-15 年度文部科学省科学研究費補助金(基礎研究 B)研究成果報告書.

杉原隆, 森司朗, 吉田伊津美, 近藤充夫(2004b) : 2002 年の全国調査からみた幼児の運動能力.体育の科学,54(2), 161-170.

SugiharaTakashi, KondoMitsuo, MoriShiro, and YoshidaIzumi (2006) : Chronological Change in Preschool Children's Motor Ability Development in Japan from the 1960s to the 2 000s,International Jounal of sport and Health Science 4, 49-56.

すこやかキッズスポーツ塾実行委員会 (2015)

体力科学センター調整力委員会 : 調整力テスト実施要領およびその基準値(1976), 体力科学,4,207-217.

玉川明朗 (2004) : 継続的に見た子どもの生活習慣と体力・運動能力, 体力科学, 53, 34.

田中光 (2008) : 子どもの体育, ふくろう出版 (総頁数 79), 66-79

田中光, 藤井勝紀, 三村寛一, 加賀勝 (2013a) : 平均-最小二乗法による幼児の運動能力発達評価の妥当性-男児の解析, 教育医学, 58(4), 372-381.

田中光, 藤井勝紀, 三村寛一, 加賀勝 (2013b) : 平均-最小二乗法による幼児の運動能力発達評価の妥当性-女児の解析, 教育医学, 59(2), 168-176.

田中光・藤井勝紀・三村寛一・加賀勝・金俊東 (2015a) : Confirmation regarding Growth and Development of Physique and Motor Fitness,and It' s Gender

difference in Preschool Children (幼児における体格・運動能力の発育発達とその性差に関する検討), The Korean Journal of Physical Education, 2015, 54(1), 587-595.

田中光・藤井勝紀・三村寛一・加賀勝・金俊東 (2015b) : Composition of Change in Physique and Motor Ability with Age in Preschool Children Based on Polynomials (Polynomialを適用した幼児における体格・運動能力の加齢変化構図の検証), THE ICHPER・SD ASIA JOURNAL OF RESEARCH, 2014, Vol.6.No.2, 71-78.

脇田祐久 (1996) : 今, 子どもの体力はこんなに低下している, 体育の科学, 46(4), 286-291.

Wilson, M (1945) : Development of Jumping Skill in Children, University, of Wisconsin.

付 録：子どもを対象とする運動指導の実践

付 録：子どもを対象とする運動指導の実践

1. ティーチーヒカルプログラム (THP プログラム)

運動能力の向上は、必ずしも加齢とともに比例して運動発達が進むとは限らないため、これまでの運動発達論的な研究視点を考慮して幼少期に適した運動「ボディーコントロールトレーニング（田中：2008）」を考案し、それらの運動能力の要素を音楽に合わせて楽しみながら向上できるように THP プログラム（図 1）やジャクパダンス（図 2）を制作した。本運動プログラムは、文部科学省、教育委員会、企業とも連携し、全国の幼稚園、保育所、小中学校で実践している。2004（平成 16）年度頃から毎年、全国で約 20～50 会場、年約 1000 名の幼少児を対象に実践を続けており、実践の中で本運動プログラムの効果の検証と評価及び改善を行っている。

[illegible]

図 1 THP プログラム 2 DVD+CD

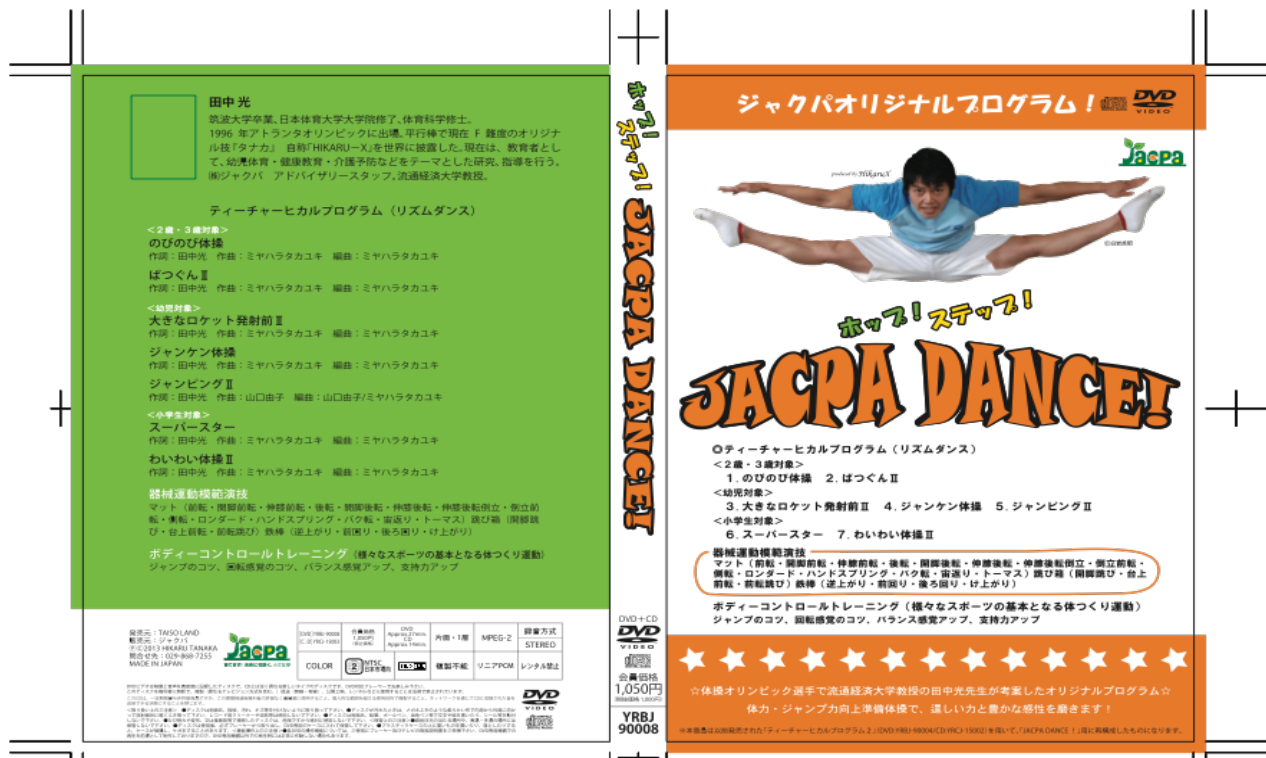


図 2 ジャクパダンスプログラム DVD+CD

2. すこやかキッズスポーツ塾の活動

（すこやかキッズスポーツ塾実行委員会 2015）

（株）デサントのすこやかキッズスポーツ塾実行委員会主催で文部科学省や開催都市の自治体が後援となっているすこやかキッズスポーツ塾（図 3～9）を 2006 年から実施してきた。2006 年から 2014 年までの間で 1 日スポーツ塾として 12,597 名、学校訪問として 17,985 名、シンポジウム 1,400 名、合計 31,982 名の子どもにスポーツ事業を展開してきた。子どもの体力向上を目標に THP2 プログラムの実施、そして体づくり運動や器械運動、様々なスポーツを通して子どもの健全・育成、心身の発育・発達のために貢献してきた。

すこやかキッズスポーツ塾とは

児童向けのスポーツ体験型プログラムです。
 スポーツする機会の少なくなり、親世代よりも体力が低下している現代の児童たちに、
 スポーツの楽しさを知ってもらい、体を動かす習慣をつけてほしいという思いのもと、
 元オリンピック選手などを塾長として迎えたレベルの高い指導を行い、全国で活動を続けています。

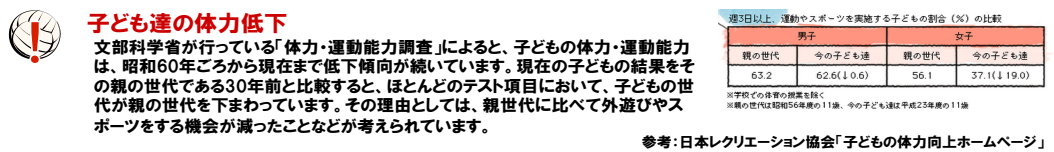
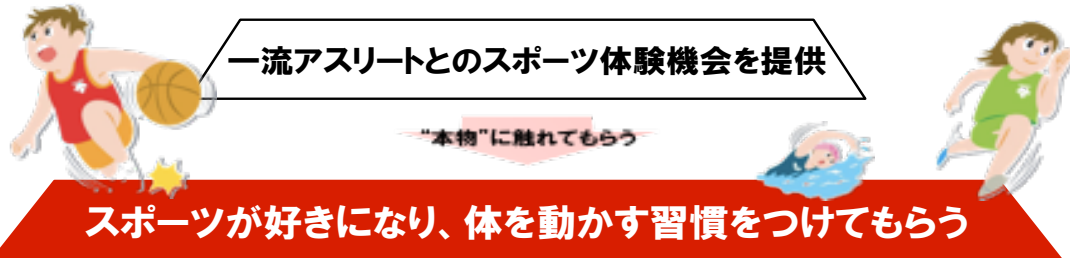


図3 すこやかキッズスポーツ塾

誰が行っているのか

株式会社デサントが主体である、「すこやかキッズスポーツ塾実行委員会」が運営しています。
 デサントはスポーツウエアメーカーとして培った、スポーツ選手やスポーツ団体との協力関係を生かして
 本事業を展開しています。

また、児童とトップアスリートとのスポーツ体験機会の創出という理念から、
 企業名を過度に露出させない参加費無料のCSRとして活動しており、
 趣旨にご理解をいただいた文部科学省や開催自治体の後援を受け、毎年開催しています。

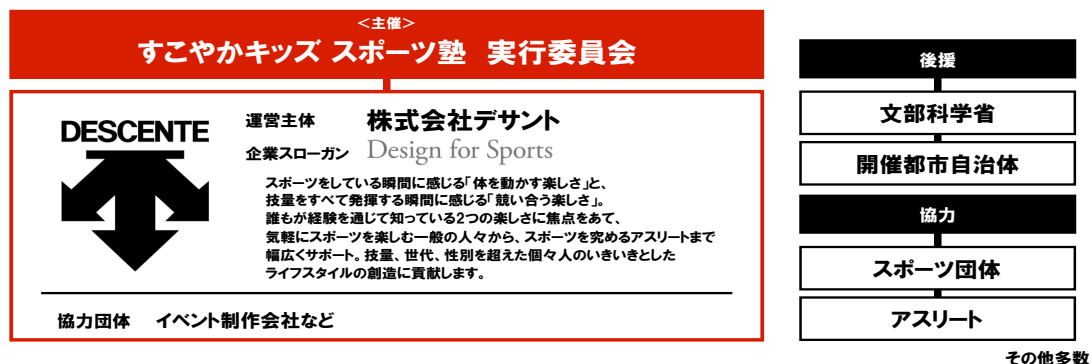
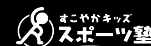


図4 すこやかキッズスポーツ塾資料

学校訪問実施イメージ



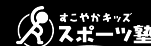
授業の一環として、全国の小学校で訪問授業を実施。
元オリンピックなどの「すこやかティーチャーズ」が小学生に体育を指導する。
自治体のバックアップを受けることで、地元の小学校と直接コンタクトをとっています。



会場	参加者	実施日程
小学校体育館	体育館に収容できる人数まで 一度に指導可能。(体操の場合) 1校につき50名～300名程度。 (学校の希望により変動)	平日に授業の一環として実施。 1都市あたり1日2校×2日の4校が基本。
スケジュール	プログラム	
45分1コマを基本単位とし 訪問授業を行う。1日あたり1校～2校訪問。 学校の希望と塾長のスケジュールにより、 45分2コマとなる場合もある。	スポーツの専門家「すこやかティーチャーズ」が、特別授業を実施。 本年度の種目は体操の田中光先生とサポート講師によるティーチャーヒカルプログラムを実施。 【体操講師 田中光】 アトランタオリンピックに出場。世界体操錦メダリスト、HIKARUX創始者。現在は教育者として幼児教育・健康教育・介護予防などをテーマとした指導を行っている。 関係者挨拶 校長先生や、デサント関係者による挨拶を頂きます。 指導 リズム体操と、希望があれば跳び箱・マットなども指導します。全学年対象の場合は、リズム体操のみがお勧めです。 デモンストレーション 田中先生の模範演技とお話を頂きます。 記念撮影 全員で記念撮影を行い終了。	
その他展開	その他、プログラム時の事業ロゴビブス着用、事業ロゴ(バナー)を持つての記念撮影、ノベルティの配布などを行う。 ■記念撮影 事業ロゴ(バナー)とイベントビブスを着用した児童が手持ちし、記念撮影を行います。(写真の2次使用については個人情報のため学校側と要調整)。 ■すこやか新聞 事後に、学校訪問の模様を記録したA4サイズの新聞を配布。 ■ノベルティ配布 事後に、すこやか新聞とセットで記念品のノベルティを配布。	

図5 すこやかキッズスポーツ塾資料

すこやかキッズスポーツ塾について



いつから行っているのか

累計:1日スポーツ塾 12,597名/
学校訪問 17,985名/シンポジウム1,400名
計31,982名

2006年度から実施を行っています。

※この他、前身である「こどもすこやかスポーツ塾」が2004年に実施されています。

2006年度	実施期間	開催都市	参加人数
	2006年8月30日(水)～2007年3月29日(木)	札幌市/仙台市/東京都/名古屋市/ 大阪市/広島市/福岡市/(以上7都市スポーツ塾) 千葉市/神戸市/山梨県横沢村(以上3都市学校訪問)	1日スポーツ塾 3,854名/学校訪問 596名 計4,450名
2007年度	実施期間	開催都市	参加人数
	2008年1月12日(土)～2008年3月29日(土)	名古屋市/大阪市/東京都/(以上3都市スポーツ塾) 札幌市/仙台市/広島市/福岡市/ (以上4都市学校訪問)	1日スポーツ塾 1,240名/学校訪問 1,129名 計2,369名
2008年度	実施期間	開催都市	参加人数
	2008年12月8日(月)～2009年3月13日(金)	東京都/(以上1都市スポーツ塾) 札幌市/仙台市/名古屋市/大阪市/広島市/福岡市/ (以上6都市学校訪問)	1日スポーツ塾 348名/学校訪問 3,018名 計3,366名
2009年度	実施期間	開催都市	参加人数
	2009年11月12日(木)～2010年3月22日(月・祝)	東京都/(以上1都市スポーツ塾) 札幌市/仙台市/名古屋市/大阪市/福岡市/ (以上5都市学校訪問)	1日スポーツ塾 460名/学校訪問 2,842名 計3,302名
2010年度	実施期間	開催都市	参加人数
	2010年10月6日(水)～2011年2月22日(火)	東京都/(以上1都市スポーツ塾) 札幌市/仙台市/名古屋市/大阪市/福岡市/ (以上5都市学校訪問)	1日スポーツ塾 402名/学校訪問 3,245名 計3,647名
2011年度	実施期間	開催都市	参加人数
	2011年9月24日(土)～2012年2月9日(木)	長野県上田市 大阪府松原市/(以上2都市スポーツ塾) 仙台市/大阪市/みなみ町/(以上3都市学校訪問)	1日スポーツ塾 619名/学校訪問 1,974名 計2,593名
2012年度	実施期間	開催都市	参加人数
	2012年10月4日(木)～2013年3月予定	宮城県石巻市/(以上1都市スポーツ塾) 仙台市/大阪市/みなみ町/箕面市/ (以上4都市学校訪問)	1日スポーツ塾 100名/学校訪問 882名 計982名
2013年度	実施期間	開催都市	参加人数
	2013年11月24日(日)～2014年3月6日(木)	郡山市/(以上1都市スポーツ塾) 仙台市/みなみ町/ (以上2都市学校訪問)	1日スポーツ塾 195名/学校訪問 1,302名 計1,497名
2014年度	実施期間	開催都市	参加人数
	2014年10月8日(水)～2015年2月27日(金)	大阪市/西都市/豊島区/仙台市/みなみ町/ (以上5都市学校訪問)	学校訪問 2,997名 計2,997名

2015年3/31時点 ※2004年 こどもすこやかスポーツ塾含む

図6 すこやかキッズスポーツ塾資料

群馬県みなかみ町

1日スポーツ塾 × 0回開催

学校訪問 × 12校開催



【学校訪問】

- 実施日 2011年～
- 実施種目 体操(田中光)

群馬県利根郡みなかみ町と株式会社デサントは「みなかみデサントスポーツタウンプロジェクト」を共同で2011年から実施を行っています。魅力あふれる雄大な自然を生かしたスポーツの町としての切り口で、みなかみ町をより観光地として盛り上げていこうという官民一体のプロジェクトです。すこやかキッズスポーツ塾もそのお手伝いとして、2011年からみなかみ町全校の児童に学校訪問を実施。2014年度には、2015年度より採用されるみなかみ町のオフィシャルソングのダンス“みなかみ体操”を田中光さんが指導しました。

図 7 すこやかキッズスポーツ塾資料

大阪府大阪市

1日スポーツ塾 × 3回開催

学校訪問 × 27校開催



【学校訪問】

- 実施日 2008年～
- 実施種目 体操(田中光)

【1日スポーツ塾】

- 実施日 2004年・2006年・2007年
- 実施種目 複数種目

大阪市では1日スポーツ塾と学校訪問を行いました。大阪市みどりとりゆとり振興局の「夢・授業」という児童向け体育振興施策の趣旨と本事業の趣旨が同じため、相互に協力。学校への交渉は大阪市、塾長の手配は事務局という形で官民分担して実施を行っています。その結果、大阪市は本事業の中で最も多くの学校や児童と交流した都市となっています。

図 8 すこやかキッズスポーツ塾資料

宮城県仙台市

1日スポーツ塾 × 2回開催

学校訪問 × 24校開催



【学校訪問】		【1日スポーツ塾】	
<input type="checkbox"/> 実施日	2007年～	<input type="checkbox"/> 実施日	2004年・2006年
<input type="checkbox"/> 実施種目	体操(田中光)	<input type="checkbox"/> 実施種目	複数種目

仙台では、2007年より仙台市の全面協力のもと学校訪問を実施。

2,000名以上の児童らに体を動かす楽しさを届けました。

また、2009年には主催団体の1つである知的発達障害者のためのスポーツ支援団体、

「スペシャルオリンピックス日本」と協力して、

鶴谷特別支援学校での学校訪問も行いました。

市教育委員会との交流がきっかけとなり、2014年度時点、田中光先生の

”ティーチャーヒカルプログラム“が市内12の小学校で取り入れられています。

2012年3/31時点 ※2004年 こどもすこやかスポーツ塾含む

図 9 すこやかキッズスポーツ塾資料

謝 辞

本論を作成するにあたり、主指導教官である岡山大学教授の加賀勝先生には、親切にご指導を頂きました。博士論文の完成が見えず苦戦している私の心をいつも温かい言葉で励まし、そして支えて頂きました。感謝の気持ちは、とても言葉では表現することができません。心より深く御礼を申し上げます。また愛知工業大学大学院教授の藤井勝紀先生には「研究とはどのようなものか」という研究の基礎をご教授して頂きました。若輩者の私に対して、非常に長い期間にわたり親切、また丁寧に教えて頂きました。同時に藤井勝紀先生研究室の学生の皆様にも大変なご尽力を頂きましたこと、心より深く御礼を申し上げます。そして大阪成蹊大学教授の三村寛一先生には、今回の博士論文の全般的なアドバイスと設計をして頂きました。昔から様々なことについて面倒を見て頂き、その都度、適切な助言を頂いております。心より感謝しております。そしてプール学院大学短期大学部の秋武寛先生には、研究全般の分析でお知恵を頂きました。共同研究者の徳成女子大学の金俊東先生には、韓国体育学会発表の論文の韓国語への翻訳で大変お世話になりました。このように様々な先生のご指導を受けながらここまで進めていくことができました。全ての関係者の皆様方に今一度、心より深く御礼を申し上げます。大変有り難うございました。